4° Pol. civ.
68 i

Wasserversorgung

Die

Wasserversorgung von Zürich

ihr Zusammenhang mit der Typhusepidemie des Jahres 1884

und

Vorschläge zur Verbesserung der bestehenden Verhältnisse.

Bericht der „Erweiterten Wasserkommission“ an den Stadtrath von Zürich.

Im Selbstverlage der Bauverwaltung der Stadt Zürich.

— Preis 5 Franken. —

ZÜRICH
Typ. Orell Füssli & Co.
1885

BAYERISCHE STAATS BIBLIOTHEK MUENCHEN

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

Die

Wasserversorgung von Zürich

ihr Zusammenhang mit der Typhusepidemie des Jahres 1884

und

Vorschläge zur Verbesserung der bestehenden Verhältnisse.

Bericht der „Erweiterten Wasserkommission" an den Stadtrath von Zürich.

ZÜRICH
Typ. Orell Füssli & Co.
1885

G. n. 1604

INHALTSVERZEICHNISS

I. Theil: Allgemeiner Bericht.

	Seite
1. Einleitung. Aufgabe der erweiterten Wasserkommission ...	5
2. Die gegenwärtigen Verhältnisse der Wasserversorgung von Zürich:	
A. Brauchwasserversorgung ...	7
B. Trinkwasserversorgung ...	13
3. Typhusepidemie im Jahr 1884 in Zürich ...	15
4. Technische Untersuchungen im Allgemeinen ...	21
a) Geologische Untersuchungen ...	22
b) Chemische „ ...	23
c) Mikroskopische „ ...	24
5. Beschreibung der Quellen und Quellgebiete ...	25
6. Grundwasser in der Nähe von Zürich ...	35
7. Möglichkeiten und Kosten einer einheitlichen Wasserversorgung ...	37
8. Verhältnisse und Kosten einer gemischten Wasserversorgung ...	39
9. Beibehaltung des bisherigen Systems:	
Qualität des See-, Limmat- und Brauchwassers ...	43
Zukünftige Fassung und Filtration des Wassers ...	44
10. Vermehrung der Quellwasserbrunnen ...	49
11. Anträge ...	51

II. Theil: Spezialberichte und Pläne.

Spezialberichte:

	Seite
1. Bericht betreffend die Ursachen der Typhusepidemie des Jahres 1884 von Dr. H. v. Wyss:	
I. Verlauf der Epidemie ...	56
II. Die Epidemie im Verhältniss zur Dichtigkeit der Bevölkerung ...	61
III. Abortverhältnisse und Kanalisation ...	63
IV. Brauchwasserleitung ...	65
V. Grundwasser und meteorologische Verhältnisse ...	66
VI. Schlüsse ...	67
VII. Besondere Verhältnisse ...	68
VIII. Wasseruntersuchung ...	68
IX. Quellen der Infektion ...	69
2. Korrespondenz mit Geheimrath Dr. Koch ...	73
3. Gutachten über das städtische Leitungswasser von Prof. Dr. Cramer vom 29. September 1884 ...	77
4. Bericht über den Bakteriengehalt verschiedener Wasser von Prof. Dr. Cramer ...	87
I. Untersuchungen über den Gehalt verschiedener Wasser an Bakterien ...	87
II. Beiträge zur Filterfrage ...	96
III. Schlusswort betreffend ständige bakteriologische Wasseruntersuchungen ...	99
IV. Anmerkungen und Zusätze ...	100
5. Chemische Untersuchung der für die Wasserversorgung von Zürich in Betracht gezogenen Wasserproben von Prof. Dr. Lunge:	
I. Allgemeiner Theil ...	103
II. Spezieller Theil ...	108
6. Geologisch-quellentechnische Berichte über für Zürich in Betracht gezogene Quell- und Grundwassergebiete von Prof. Dr. A. Heim und H. Albrecht ...	119
I. Die Frage der Wasserfassung an der Schindellegi	119
II. Die Quellen des Sihl-Lorzegebietes. (Gruppe III)	121
III. Die Quellen des Glattthalgebietes. (Gruppe XI)	126
IV. Bericht über die Grundwasser im Sihlthal und Sihlfeld ...	132
V. Bericht über das Grundwasser des Katzenseegebietes ...	135
VI. Bericht über das Grundwasser des Glattthalgebietes	136
VII. Vergleich der Resultate der verschiedenen Untersuchungsmethoden ...	137
7. Kostenberechnungen für Quellwasserversorgungen von Ingenieur S. Pestalozzi:	
I. Kostenberechnung über Erwerbung und Zuleitung der Quellen im mittleren Sihl- und Lorzegebiet. (Gruppe III) ...	143
II. Kostenberechnung über Erwerbung und Zuleitung der Quellen im Glattthalgebiete. (Gruppe XI)	146
III. Kostenberechnung einer gemischten Wasserversorgung ...	149
IV. Kostenberechnung der Zuleitung der Wäggithalquelle. (Gruppe I) ...	154
8. Spezialberichte über die Wäggithalquelle:	
I. Bericht über die Beobachtungen an der Fläschlochquelle im Hinter-Wäggithal und in deren Sammelgebiet von Prof. Dr. A. Heim ...	157
II. Erster Bericht über die chemische Untersuchung von Wasser der Fläschloch- und der Hundslochquelle im hintern Wäggithal von A. Bertschinger	164
III. Zweiter Bericht über die chemische Untersuchung von Wasser aus dem Wäggithal v. A. Bertschinger	165
IV. Anhang zu dem Gutachten über die chem. Beschaffenheit des Wäggithal-Wassers von Prof. Dr. Lunge	167
V. Bericht über die mikroskopische Untersuchung des Wäggithal-Wassers von Prof. Dr. Cramer ...	169

Pläne:

	Tafel
1. Uebersichtsplan der Anlagen für die Brauchwasserversorgung Zürich ...	I
2. Zürich und Umgebung. Uebersicht der Typhuserkrankungen	II
3. Typhus-Epidemie im Jahr 1884 in der Stadt Zürich und den 9 Ausgemeinden ...	III
4. Uebersicht der Typhussterblichkeit in Zürich und den 9 Ausgemeinden in den Jahren 1876 bis 1884. See- und Grundwasserstände ...	IV
5. Graphische Zusammenstellung der wichtigsten Resultate der Wasser-Analysen ...	V
6. Mittlerer und maximaler Gehalt des See-, resp. Limmat- und Brauch-Wassers an organischer Substanz, freiem und albuminoidem Ammoniak ...	VI
7. Limmat- und Brauchwasser. Resultate der regelmässigen chemischen Untersuchungen vom September 1884 bis März 1885 ...	VII
8. Uebersichtskarte der Quellgebiete und Quellen im Umkreis der Stadt Zürich ...	VIII

I. Theil.

Allgemeiner Bericht.

1. Einleitung.

Aufgabe der erweiterten Wasserkommission.

Anlässlich der Typhusepidemie vom Frühjahr 1884 wurde die Aufmerksamkeit des Publikums von verschiedenen Seiten und namentlich durch die Presse auf den Zustand unserer Wasserversorgung gelenkt und der Verdacht ausgesprochen, das in Zürich und den Ausgemeinden benutzte Brauchwasser möchte zur Verbreitung der Epidemie wesentlich beigetragen haben. Dieser Verdacht schien sogar durch einige mikroskopische Untersuchungen über die Qualität des Wassers bekräftigt zu werden. Es fehlte nicht an Stimmen, die sich äusserten, das ganze System unserer Wasserversorgung sei verfehlt und müsse, gleichviel mit welchen Kosten, durch ein ganz neues ersetzt werden.

Die Behörden der Stadt erachteten es als ihre Pflicht, eine gründliche Untersuchung darüber walten zu lassen, was an diesen Anklagen gegen das bisherige System thatsächlich begründet sei, und welche Mittel angewendet werden müssten, um die wirklich konstatirten Uebelstände zu beseitigen, zumal da auch die Staatsbehörde dieser Angelegenheit ihre Aufmerksamkeit zuwandte und wegen der sanitarischen Interessen auf Abhülfe drang. Nach Erlass einiger vorläufigen Verfügungen, und nach Entgegennahme eines einlässlichen Berichtes von Herrn Stadtingenieur Burkhard beschloss der Stadtrath unterm 10. Juni, die schon bestehende Wasserkommission durch Ernennung einer Anzahl weiterer Mitglieder zu verstärken und die so zusammengesetzte „erweiterte Wasserkommission" mit der Aufgabe zu betrauen, einerseits den wahrscheinlichen Ursachen der Typhusepidemie und dem Antheil, welchen das Brauchwasser an derselben haben dürfte, nachzuforschen, anderseits Vorschläge zur Verbesserung der konstatirten Uebelstände und zur Reorganisation des Wasserversorgungssystems zu bringen.

Die erweiterte Wasserkommission bestand aus den Herren:

a) Ständige Mitglieder:

Stadtrath *Ulrich* als Präsident,
Stadtrath *Nabholz*,
Stadtingenieur *Burkhard*,
Quai-Ingenieur Dr. *Bürkli*,
Müller-Baumann,

b) Neu beigezogene Mitglieder:

Stadtrath *Pestalozzi*,
Med. Dr. *Zehnder*,
Med. Dr. *Hs. v. Wyss*,
Professor Dr. *Cramer*,
Professor Dr. *Lunge*,
Professor Dr. *Heim*,
Baumeister *Ed. Locher*, Oberstlieutenant.
Gemeinderath Ingenieur *Bleuler*, Oberstlieutenant.
Stadtchemiker *Bertschinger*.

Das Aktuariat der erweiterten Wasserkommission besorgte Herr Dr. *H. Meyer*, Bausekretär.

Nachdem sich diese Kommission in ihrer ersten Sitzung vom 16. Juni mit Fragen allgemeiner Natur befasst und sich über die Ausdehnung ihrer Arbeit schlüssig gemacht hatte, setzte sie in der zweiten Sitzung ein Schema von Fragen fest, das allen ihren weiteren Arbeiten als Wegleitung dienen könne. Dieses Fragenschema lautet:

A.

1. Ist dem Genusse des städtischen Brauchwassers ein wesentlicher Einfluss auf die vergangene Typhusepidemie zuzuschreiben, und wenn ja, aus welchen Erscheinungen lässt sich ein solcher erkennen?

2. Welche Umstände können diesen schädlichen Einfluss verursacht haben?

3. Haben andere Ursachen die Entwicklung der Epidemie veranlasst, oder dazu mitgewirkt?

B.

Für den Fall, dass Frage 1 mit Ja beantwortet würde:

4. Welche Möglichkeiten sind vorhanden, um das bisherige System — Brauchwasser in den Häusern und Trinkwasser auf den Strassen — durch eine Versorgung mit neuem, einheitlichem Wasser zu ersetzen und welche Kosten würde das verursachen?

5. Wie würden sich die Verhältnisse gestalten, wenn für Trinkbrunnen und die Hauswasserversorgung Wasser aus einer neuen Bezugsquelle herbeigeschafft würde (eventuell unter Verwerthung der bisher benutzten Quellen), für die übrigen öffentlichen Zwecke und die Industrie dagegen das bisherige Brauchwasser in Verwendung bliebe? Welche Kosten würden in diesem Falle entstehen?

6. Kann bei Beibehaltung des bisherigen Systems die Brauchwasserversorgung derart verbessert werden, dass sie allen gerechten Anforderungen genügt, und wie stellen sich die Kosten bei den verschiedenen Arten der Fassung und Filtration?

7. Liegt in obigem Falle für die Gesammtheit, oder für einzelne Gemeinden die Nothwendigkeit vor, das vorhandene Quellwasser zu vermehren? Welche Möglichkeit liegt dafür vor und welches werden die Kosten sein?

8. Welches System nach Frage 4, 5 oder 6 und 7 kann unter Berücksichtigung aller Verhältnisse zur Annahme empfohlen werden?

C.

Im Falle der Beibehaltung des bisherigen Systems:

9. Welches ist die zweckmässigste Bezugsstelle für das Brauchwasser an sich und mit Rücksicht auf eine Filtration?

10. Welches sind die Vor- und Nachtheile einer Filteranlage nach Art der bisherigen gegenüber einer solchen im Trockenen, welche Konstruktion und Ausdehnung der Filter wird zur Ausführung vorgeschlagen?

11. Welche Anforderungen sind an die Leitung von der Fassungsstelle des Wassers bis zum Pumpwerk zu stellen?

12. Welche Aenderungen und Ergänzungen sind überdiess an der Anlage nothwendig?

D.

13. Welche Anordnungen sollen in provisorischer Weise zur sofortigen Abhülfe bestehender Uebelstände getroffen werden?

14. In welcher Reihenfolge sind die definitiven Verbesserungen auszuführen?

Während zur Beantwortung der Fragen 1 bis 12 zum Theil umfangreiche statistische und technische Vorarbeiten zu machen waren, welche viel Zeit erforderten, war dagegen die Frage 13 betreffend provisorische Anordnungen zur Abhülfe bestehender Uebelstände so dringend, dass ihre baldige Lösung höchst wünschbar erschien. Diese Frage beschäftigte die Kommission denn auch vorwiegend in einigen Sitzungen, und führte zu verschiedenen Anträgen an den Stadtrath, die von letzterm angenommen und sofort ausgeführt wurden. Es betreffen dieselben folgende Massregeln:

1) Das bisher in die Limmat ausmündende Schmutzwasser aus den Häusern der Schipfe wurde rückwärts in die Spühldohle des Weinplatzes abgeleitet und damit in's allgemeine Kanalnetz einbezogen.

2) Eine unterhalb der Gemüsebrücke konstatirte Verstopfung der Ableitung vom Filter zum Pumpwerk wurde dadurch aufgehoben, dass zwischen den zwei benachbarten Schächten auf 125 *m* Länge eine gusseiserne Leitung erstellt wurde, welche die verstopfte Stelle umgeht.

3) Es wurden zu verschiedenen Malen Spühlungen des ganzen Leitungsnetzes und seiner einzelnen Theile, sowie der Reservoirs vorgenommen.

4) Die Direktion der Quaibauten wurde veranlasst, am rechtseitigen Widerlager der neuen Quaibrücke, wo es für den Fortgang der Baute unvermeidlich war, Baggerungen vorzunehmen, durch Erstellung einer Schutzwand zu verhüten, dass das Baggermaterial die Limmat hinuntergeschwemmt werde.

5) Die sich bisher in die Limmat ergiessenden Pissoirs wurden an das allgemeine Kanalnetz angeschlossen.

6) Behufs Umänderung der Aborte der Etablissements am obern Mühlesteg wurde mit den betreffenden Privaten in Unterhandlung getreten und die Einrichtungen so umgestaltet, dass ihr Inhalt nicht mehr in die Limmat gelangen kann.

Für die weitern Untersuchungen, insbesondere für die Beantwortung der Fragen 1 bis 12 theilte sich die erweiterte Wasserkommission in zwei Subkommissionen, wovon die erste die mehr medizinisch-sanitarischen Fragen 1 bis 3, die zweite die in's technische Gebiet einschlagenden Fragen 4 bis 12 vorzuberathen hatte. Beiden Subkommissionen wurde es frei gestellt, für spezielle Punkte besondere Experten beizuziehen.

Die erste Subkommission bestellte ihren Aktuar in der Person des Herrn Polizeisekretär *Zuppinger,* die zweite Subkommission übertrug diese Funktion an Herrn Ingenieur *S. Pestalozzi,* welcher zugleich die allgemeinen Projekte zu studiren beauftragt wurde.

[...]ERISCHE STAATS- [...]BLIOTHEK MUENCHEN

2. Die gegenwärtigen Verhältnisse der Wasserversorgung von Zürich.

Zum leichtern Verständniss unserer Vorschläge über Verbesserung der Anlagen für die Wasserversorgung lassen wir eine kurze Darstellung der gegenwärtigen Verhältnisse vorausgehen.

A. Brauchwasserversorgung.

Als **Einleitung** notiren wir Einiges aus der Entwicklung des Unternehmens.

Durch Beschluss der Gemeindeversammlung vom Dezember 1873, betreffend die Gestaltung der im Jahr 1868 in's Leben gerufenen Wasserversorgung, wurde in Beibehaltung des bisherigen Prinzips definitiv ein gemischtes System der Wasserabgabe festgehalten, in dem Sinn, dass einerseits die bestehenden Quellwasserleitungen erweitert und ausgebildet werden sollen zur Abgabe von *Trinkwasser* an öffentlichen, laufenden Brunnen, anderseits aus der Limmat geschöpftes, filtrirtes und auf die nothwendige Höhe gepumptes Wasser als *Brauchwasser* zum Selbstkostenpreis geliefert werde für den Hausgebrauch und die verschiedenen öffentlichen und industriellen Zwecke. Die Versorgung soll als selbstständige Unternehmung der Stadtgemeinde ausgeführt und verwaltet, dabei aber von Anfang an die Möglichkeit der Versorgung der Ausgemeinden in's Auge gefasst werden.

Anfänglich glaubte man mit 10,000 Kubikmeter Tagesleistung auch den weitestgehenden Forderungen genügen zu können.

Ursprünglich diente die Wasserkraft von 20—24 effektiven Pferdestärken am obern Mühlesteg zur Ingangsetzung zweier kleinerer Pumpen, aber schon nach zwei Jahren (1870) musste die Anlage daselbst mit einer Dampfmaschine von 65 Pferden und zwei neuen Pumpen erweitert werden. Das Wasser wurde hier vorläufig bis zu der im Jahr 1871 erfolgten Vollendung des Filters mit Ableitung einfach aus der Limmat geschöpft, wie es beim alten Pumpwerk schon Jahrzehnte der Fall gewesen war.

Eine 17 *m* hohe Standsäule auf dem Lindenhofe vermittelte bis zur Inbetriebstellung der definitiven Reservoirs, Mitte 1871, die Druckregulirung im Leitungsnetze. Kurze Zeit vorher stand das Feuerbassin des Kantonsspitals als provisorisches Reservoir in Verwendung.

Um der indessen über alle Erwartung raschen Steigerung des Wasserverbrauches gewachsen zu sein, musste schon 1873 das Pumpwerkprovisorium in der Platzpromenade mit einer Dampfmaschine von ca. 60 Pferden und zwei neuen Pumpen in Thätigkeit treten. Aber auch diese genügten nur kurze Zeit, im Mai 1875 wurde eine ähnliche Pumpenanlage von 70 Pferdekräften als Erweiterung und Ergänzung hinzugefügt und in Betrieb gestellt.

Es absorbirte die Wasserversorgung somit bereits eine Triebkraft von rund 220 Pferdestärken. Schon im Jahre 1874 stieg der Wasserverbrauch an einzelnen Tagen auf über 12,000 m^3, das ursprünglich angenommene Maximum war also bereits im vierten ordentlichen Betriebsjahr weit überholt!

Damit war der Zeitpunkt zur Ausführung des von Anfang an in Aussicht genommenen Wasserwerkes im Letten gekommen. Am 19. Dezember 1875 ertheilte die Gemeindeversammlung dafür einen neuen Kredit von Fr. 4,200,000. Mit Hinzurechnung der früher dekretirten Ausgaben stand nun für die Durchführung der Unternehmung, ausschliesslich der Leitungsnetze der Ausgemeinden, ein Gesammtkapital von Fr. 6,600,000 zur Verfügung.

Das Leitungsnetz in einer Ausdehnung von über 60 Kilometer erstreckte sich damals über sämmtliche neun Ausgemeinden, 800 Hydranten leisteten bei Feuergefahr und zum Strassenspritzen ihre Dienste.

Die Abonnentenzahl vermehrte sich von 800 in der Stadt und 70 in den Ausgemeinden zu Ende 1870 auf 1408 resp. 1459 im Jahr 1877.

Trotz mehrfacher Hindernisse, Verzögerungen in der Konzession, ungünstiger Bauzeit, Störungen in Folge von Hochwassern, konnten die Bauten für die Wasserwerkanlagen im Letten so gefördert werden, dass im Laufe des Jahres 1878 vier Turbinen und sechs Pumpen daselbst die Wasserförderung in provisorischer Weise übernahmen, während der eigentliche Abschluss der Bauten, nach Aufstellung von weitern zwei Turbinen und vier Pumpen, sich bis zum Jahr 1880 hinauszog.

Das provisorische Pumpwerk in der Platzpromenade wurde, nachdem die Pumpen nach dem Maschinenhaus im

Letten, die Kessel ins Pumpwerk am Mühlesteg versetzt waren, zu andern Zwecken eingerichtet und später aus Anlass der Landesausstellung abgebrochen. Die Wasser- und Dampfkraft am obern Mühlesteg konnte auf längere Dauer an Dritte verpachtet werden.

Eine Revision der Abonnements mit verschärften Bestimmungen trat mit Anfang des Jahres 1880 in Kraft.

Neue Verträge mit den Gemeinden Oberstrass und Fluntern führten zur Anlage einer dritten im Jahr 1883 in Betrieb gestellten Druckzone zur Bewässerung der mittleren Terrasse des Zürichberges. (Bethaus Fluntern, Hochgasse, Vogelsangstrasse, Kreuzstock.)

Mit der Aufstellung der VII. und VIII. Turbine im Letten, der Vervollständigung der Wassertransmission nach dem Industriequartier durch Anlage des Triebwasserweihers in Langensteinen zu Ende 1882 und Anfangs 1883 glaubte man die Bauperiode für längere Zeit als abgeschlossen.

Uebergehend zur **Beschreibung der Anlagen** fassen wir den Stand zu Ende 1883 in's Auge. (Siehe Situationsplan 1 : 10 000. II. Theil, Tafel I.)

Die *Fassung des Brauchwassers* geschieht in dem, am Ausfluss des See's, 95 *m* oberhalb der Münsterbrücke im Flussbett der Limmat gelegenen Filter.

Von der ursprünglich für einen vorgesehenen Verbrauch von 10,000 m^3 per Tag projektirten Anlage mit 2834 m^2 Oberfläche sind nur die zwei ersten Abtheilungen von 63 *m* Länge und 18 *m* Gesammtbreite, also 1134 m^2 Oberfläche, hergestellt. Das Flusswasser gelangt durch die aus feinem Sande bestehende 40—50 *cm* dicke Filterschichte in die Sammelröhren und den Sammelschacht. Von diesem aus führt eine 60 *cm* weite, im Flussbett der Limmat eingegrabene Leitung bis zum Pumpwerk im Letten. In drei verschiedenen Malen erstellt, nämlich im Jahr 1871 bis zum obern Mühlesteg, 1873 bis zur Platzpromenade und 1878 bis zum Wasserwerk, bestehen die beiden ersten Abtheilungen, in der Strecke der Limmat oberhalb der Ausmündung der Sammelkanäle, vom Filter bis zum Bahnhofplatz auf 927 *m* Länge aus Betonröhren, deren Fugen unter Wasser durch den Taucher gedichtet sich von Anfang an als keineswegs wasserdicht herausstellten. Die untere Abtheilung, unterhalb der Einmündung der Sammelkanäle, vom Bahnhofplatz bis zum Wasserwerk, besteht auf 1260 *m* Länge aus dicht geschlossenen, gusseisernen Röhren.

Die obere, aus Betonröhren bestehende Strecke liegt überall 2—3 *m* unter der Flusssohle und ist immer mit wenigstens 1 *m*, oft bis 2 *m* Sand überdeckt. Das Wasser, das durch die undichten Fugen der Betonleitung Zutritt in die letztere findet, muss vorher diese umhüllenden Sandschichten passiren und erfährt dabei eine gewisse Filtration. Dass das Quantum des so auf der Strecke vom eigentlichen Filter bis zum untern Mühlesteg einfiltrirten Wassers bedeutend gross gewesen sei, musste daraus geschlossen werden, dass die anfänglich erstellten Bruchtheile der auf 10,000 m^3 berechneten Filteranlage bei einem bis auf 21,000 m^3 steigenden Tagesverbrauch immer das nöthige Wasser lieferten.

Allgemeine Disposition und Wasservertheilung. Die Filterleitung führt das gefasste Wasser den Pumpen im Letten zu, welche dasselbe vermöge der durch die Wasserwerksanlagen der Limmat abgewonnenen Wasserkraft in die drei Druckzonen des Versorgungsgebietes fördern.

Die unterste, im Uebersichtsplan roth angelegte, tiefste Druckzone, mit dem Reservoir beim Polytechnikum, versorgt die niedrigst gelegenen Theile der Stadt, ferner die Ausgemeinden Enge, Wiedikon, Aussersihl und einen grossen Theil von Riesbach mit Wasser, zusammen eine effektiv angeschlossene Einwohnerzahl von 48,175. Die mittlere, im Plan gelb bezeichnete Druckzone, liefert aus dem Reservoir im Schmelzberg einer Bevölkerung von 15,465 Seelen effektiv, von Hirslanden, Hottingen, Fluntern, Ober- und Unterstrass das Wasser, während die oberste Druckzone (blau eingezeichnet) bloss 500 Einwohner von Fluntern und Oberstrass mit Wasser aus dem kleinern Reservoir beim „Schlössli“ versieht.

In alle drei Druckzonen wird aus einem und demselben Saugschacht gepumpt.

Die Reservoirs dienen zufolge ihrer aus dem Plan ersichtlichen Stellung im Leitungsnetz zum grossen Theil bloss als Regulatoren für die Druck- und Verbrauchsschwankungen. Das Wasser gelangt somit meist direkt von den Pumpen aus in die Häuser, ohne dass es erst das Reservoir durchströmt hätte, und es sammelt also Wasser nur dann in den Reservoirs sich an, wenn die Pumpenleistung den augenblicklichen Verbrauch im betreffenden Röhrennetz übersteigt, im umgekehrten Fall fliesst es durch dieselbe Steigleitung in's Leitungsnetz zurück.

Die *Wasserwerksanlage im Letten* verfügt über ein nutzbares Gefälle der Limmat von 3,00 *m* bei kleinen Winter-, von 1,85 *m* bis 1,50 *m* bei Sommer- und Hochwasserständen und über 30 m^3 im erstern bezw. 50—60 m^3 Wasser im letztern Falle, somit über eine Wasserkraft von brutto 1200 oder effektiv (auf der Transmissionswelle) von 760 Pferdestärken. Für die wenigen Tage eines Jahres, wo der Erguss der Limmat auf 20, ja sogar auf 18 m^3, also die Kraft mit dem dannzumal vorhandenen Gefälle von 3,2 *m* auf rund brutto 800 bezw. effektiv 500 Pferdekräfte zurückgehen kann, soll, sobald die Nothwendigkeit dafür eintritt, der Ausfall durch Dampfkraft ersetzt werden. Durch das quer über die Limmat gelegte Nadelwehr von 50 *m* Breite, 750 *m* flussaufwärts der Freischleusen, fliesst das Wasser dem Zulaufkanal zu. Letz-

terer, von 23 *m* mittlerer Breite und 0,5 per Mille Gefälle, wird mittelst eines in der Basis 17,6 *m* breiten und 6 *m* hohen Erddammes mit gepflasterten Böschungen von dem Flusslauf abgetrennt. Der Ablaufkanal vom Wasserwerk hat 290 *m* Länge. Eine Schleuse (25 *m* lang, 4,5 *m* breit) ermöglicht die Verbindung des Zu- und Ablaufkanals zum Zwecke der Schiffahrt.

Zwölf Stück Vollturbinen (System Henschel-Jonval, als Reaktionsturbinen konstruirt), wovon zwei als Reserve, sind zur Aufnahme der Wasserkraft projektirt; zur Zeit sind durch die Maschinenfabrik Escher, Wyss & Cie. acht Stück ausgeführt, sechs Stück mit drei, zwei Stück mit zwei konzentrischen Ringen, wovon zwei beziehungsweise einer zur Regulirung überdeckbar; Durchmesser der Laufräder 3,6 *m*, Tourenzahl normal 25, Effektivkraft durchschnittlich 90 Pferdestärken. Nach äusserst sorgfältig durchgeführten Proben stellte sich der sehr günstige Nutzeffekt dieser Turbinen (auf die vertikale Welle gerechnet) von 77% heraus.

Je zwei Turbinen geben die Kraft an ein horizontales Vorgelege (50 Touren) und dieses an die in der ganzen Länge des Maschinenhauses durchlaufende Transmissionswelle ab. Letztere macht 100 Umdrehungen per Minute, und es kann an dieselbe jedes beliebige Pumpensystem, ebenso die Seiltransmission angekuppelt werden.

Sechs Pumpensysteme, drei ältere, aus den frühern Pumpstationen versetzte, und drei neue besorgen die Wasserförderung in die Leitungsnetze und Reservoirs der verschiedenen Druckzonen, später soll noch ein weiteres Pumpensystem zur Aufstellung gelangen. Jedes Pumpensystem besteht je aus zwei Paaren gegen einander gekehrten Zylindern, in denen sich ein Plungerkolben (System Girard) hin und her bewegt, so dass je ein Paar eine doppelt wirkende Pumpe, und zwei solche ein System bilden. Jedes Pumpensystem besitzt einen eigenen Saugwindkessel, die ältern Systeme je zwei, die neuern je einen Druckwindkessel. Die Verbindungen der Letztern mit dem Leitungsnetz gestatten durch einfache Hahnumstellung im Maschinenhaus die Bedienung des untern und mittlern Reservoirs durch die alten und diejenige des untern, mittlern und obern Reservoirs, sowie des Triebwasserweihers für die Krafttransmission (siehe unten) mit den neuen Pumpen. Dimension, Leistung und Kraftverbrauch der Pumpen sind aus folgender Zusammenstellung zu entnehmen:

	Aeltere Systeme für Nieder- und Mitteldruck.	Neuere Systeme f. Nieder-, Mittel-, Hoch- u. Triebwasserdruck.
Kolbendurchmesser … … … … *mm*	290	230
Dicke der Kolbenstange … … … *mm*	70	70
Kolbenhub… … … … … … … *mm*	600	900
Doppelhube per Minute, normal… …	25	25
Lieferungsvermögen per 23 1/2 Std. m^3	5150	4780
Lieferungsvermögen Liter per Minute	3650	3390
Kraftverbrauch durchschnittlich:		
f. Brauchwasser: Niederdruck, Pferdestärken	70	65
„ „ Mitteldruck, „	120	110
„ „ Hochdruck, „	—	150
„ Triebwasser, „	—	160

Die Höhenverhältnisse resultiren aus nachstehenden Angaben:

	Absolute Höhe Pegel 411,28 *m*	Höhendifferenz vom Saugschacht im Pumpwerk	Förderhöhe des Wassers im Mittel *m*
Mittlerer Wasserstand des Sees *m*	409,4	—	—
Wasserst. i. d. Saugschächten der Pumpen … … … *m*	404,5	—	—
„ im untern Reservoir *m*	451,4	47	70
„ „ mittlern „ *m*	495,7	91	114
„ „ obern „ *m*	552,7	148	161
„ „ Triebwasserweiher *m*	564,5	160	169

Ein geräumiges helles Gebäude von 88,7 *m* Länge und 22,6 *m* Breite nimmt die sämmtlichen systematisch angeordneten Maschinen auf. Von der durchlaufenden 3,6 *m* breiten eisernen Gallerie kann das Publikum, welches dort jederzeit freien Zutritt hat, die ganze Anlage überblicken. An Stelle der später zu plazirenden Kessel und Reserve-Dampfmaschinen findet sich zur Zeit ein Büreau und die Wohnung des Maschinisten eingerichtet. Zum Theil als Fundation des Gebäudes und der Maschinen dienen die zwölf, aus liegenden Betongewölben bestehenden 9,6 *m* tiefen Turbinenkammern mit den in drei Etagen übereinander disponirten Betongewölben, wovon das mittlere das Zu- und das untere das Abflussgerinne bildet. Die Umfassungsmauern des Maschinenhauses bestehen aus Backstein. Der dreitheilige eiserne Dachstuhl mit Holzverschalung und Zinkblechbedachung wird im Innern durch zwei Reihen eiserne Säulen getragen. Drei die ganze Länge bestreichende Laufkrahnen erleichtern die Manipulation mit den schweren Maschinen. Für Heizung sorgen zwei Ofen mit Ventilatoren, während zwei elektrische Bogenlichtlampen eine taghelle Beleuchtung verbreiten. An den Gallerien sehen wir einen elektrischen Zeitregulator nebst den vier Apparaten in Funktion, welche die augenblicklichen Wasserstände in den vier Reservoiren anzeigen und jede Höhenänderung derselben um 5 *cm* automatisch registriren.

Als eines integrirenden Theiles der Wasserwerksanlage haben wir hier noch der Kraftübertragung — Seil- und Wassertransmission — ins Industriequartier zu erwähnen. Von der geschaffenen Wasserkraft kommt nämlich in den nächsten Dezennien ein Maximalbetrag von nur ca. 450 Pferden

für die Zwecke der Wasserversorgung zur Verwendung. Der Ueberschuss von ca. 310 Pferdestärken soll zwar diesem Hauptzwecke auf die Dauer nicht entzogen werden, kann jedoch für lange Zeit hinaus als Triebkraft zu andern industriellen Zwecken Benutzung finden, und so eine etwelche Einnahme als Beitrag zur Deckung der Zinsen für die Anlagekosten liefern. Dieses führte zur Anlegung des Industriequartiers auf den der Stadt gehörenden Liegenschaften an der Limmat vis-à-vis der Wasserwerksanlage. In demselben, sowie in den behufs Erstellung des Wasserwerks expropriirten Gewerben bis hinunter zur Stadtmühle soll die disponible Kraft industrielle Verwerthung finden. Die Uebertragung der Kraft geschieht durch Drahtseile und Wasserdruck. Bei der Seiltransmission führt eine vertikale Welle die Kraft durch den Thurm I im Maschinenhaus zur Seilrolle hinauf, mittelst eines Seiles quer über die Limmat auf Thurm II und von da 249 *m* aufwärts zum Thurm III und IV, sowie 514 *m* abwärts über die Thürme VIII, IX, X, XI und XII zur Stadtmühle. Bei der normalen Umdrehungszahl der Seilrollen von 80 per Minute beträgt die Gechwindigkeit des Seiles 20 *m*. In der Stadtmühle werden durchschnittlich 82 effektive Pferdekräfte abgegeben, in eine Seidenzwirnerei und mechanische Werkstätte vom Thurm IX aus ca. 12 Pferde und vom Thurm III in die dortige Seidenfärberei ca. 40 Pferde. Die Kraftbezüge mit Seiltransmission sind selbstverständlich an die Betriebszeit derselben gebunden.

Die Uebertragung der Kraft durch Wasserdruck bietet den Vortheil beliebiger Benutzung zu jeder Tag- und Nachtstunde, sowie der Möglichkeit einer grössern Vertheilung. Das Wasser zur Ingangsetzung der einzelnen Wassermotoren wird hauptsächlich des Nachts gepumpt und in einem offenen Weiher bis zur Zeit der Verwendung angesammelt. Dieser Weiher wurde im Winter 1882/1883 erstellt, durch Abschluss des Peterstobel ob Langensteinen in Oberstrass mittelst eines Querdammes. Der Inhalt desselben, gegenwärtig 2800 Kubikmeter, kann bei späterer Vollendung auf 15,000 gebracht werden. Die 450 *mm* weite Steigleitung zum Triebwasserweiher hat eine Länge von 1800 *m*, die Vertheilungsleitungen eine solche von 2474 *m*. Der Wasserdruck in den Leitungen des Industriequartiers beträgt effektiv 145 *m*. Zur Zeit benutzen 9 Etablissements diese Triebkraft mit durchschnittlich 83 Pferdestärken. Als Motoren finden in der Regel kleinere Turbinen mit partialer Beaufschlagung Verwendung. Die im Industriequartier abgegebene Kraft kostet per Jahr abgerechnet gemäss Tarif: Je eine Pferdekraftstunde bis auf 20,000 15 Cts., die weitern 10,000 je 10, die folgenden 20,000 je 8 und alle weitern je 6 Cts. Bei grössern Bezügen kann der letztere Ansatz von Anfang an für den ganzen Kraftverbrauch zugestanden werden.

Zu den Anlagen für die Brauchwasserversorgung zurückkehrend, haben wir weiter der ***Reservoirs*** zu erwähnen. Wie schon angeführt, sind deren drei in verschiedener Höhenlage (siehe pag. 9) nämlich:

	Inhalt nach Projekt bei vollständigem Ausbau.	Inhalt nach gegenwärtiger Ausführung. Im Ganzen.	per Kopf der angeschlossenen Bevölkerung.
	m^3	m^3	*Liter.*
Unteres Reservoir beim Polytechnikum … … … …	4020	2368	49
Mittleres Reservoir ob der Sternwarte (im Schmelzberg)	6080	1936	125
Oberes Reservoir b. Schlössli	600	300	604
Total (Mittel)	10,700	4604	140

Die Wassertiefe im Maximum misst in allen 4,5 *m*. Die untern und mittlern aus Backstein ausgeführten Reservoirs werden aus einzelnen länglichten, mit Gewölben abgedeckten Kammern von 3,9 *m* Breite gebildet, durch welche das Wasser zirkuliren muss, das obere, ebenfalls überwölbte Reservoir dagegen ist ein Rundbau aus Cementbeton von 9,8 *m* Durchmesser im Lichten. Eine Erdüberdeckung von ca. 1 *m* Dicke entzieht die Reservoirs den äussern Temperatureinflüssen.

Das *Leitungsnetz in den Strassen*, nach dem Verästelungssystem angelegt mit todten Verbindungshahnen, wird indessen meist nach dem Zirkulationssystem betrieben, da es, auf 10,000 m^3 Tagesverbrauch berechnet, in einzelnen Quartieren sonst kaum mehr völlig ausreichen würde. Die Röhren liegen überall 1,5 *m* unter dem Terrain. Zahlreiche Abschlusshahnen — 257 Stück in der Stadt und 346 in den Ausgemeinden — gestatten nöthig werdende Abstellungen auf beschränkte Gebiete zu lokalisiren. Dimensionen und Ausdehnung der Brauchwasserleitungen gehen aus nachstehenden Zahlen hervor:

Kaliber der Leitung	Rohrleitungen: Stadt	Ausgemeinden	Total.
mm	*m*	*m*	*m*
450	832	1,013	1,845
400	829	1	830
350	2,039	631	2,670
300	1,767	528	2,295
250	2,136	2,487	4,623
200	1,548	7,353	8,901
150	9,803	14,772	24,575
100	10,284	35,778	46,062
	29,238	62,563	91,801
70 und 50	765	396	1,161
	30,003	62,959	92,962

Zur Reinigung des Leitungsnetzes dienen eine Reihe von Spühlhahnen, ausserdem können dazu die zahlreichen *Hydranten* (412 in der Stadt und 667 in den Ausgemein-

den, zusammen 1079) benutzt werden. Die Hydranten, zu selbstthätiger Entwässerung eingerichtet, liegen ausnahmslos am Trottoirrand unter der Bodenfläche, anlehnend an den Randstein. Anfänglich wurden sie doppelarmig, in neuerer Zeit, bei den äussern Erweiterungen, meist einarmig ausgeführt.

Neben den Hydranten ermöglichen in der Stadt 19 Brunnen die Entnahme des Wassers auf den Strassen, und es tragen fünf Fontainen und Grotten zur Verschönerung und Erfrischung bei.

Die **Anlagekosten** stellten sich zu Ende 1883 auf folgende Summen:

			Fr.	Fr.
Filter in der Limmat				42,500. —
Ableitung des Filters in der Limmat:				
Theilstück bis Bahnhofplatz			186,000. —	
Vom Bahnhofplatz bis Pumpwerk Letten			167,000. —	353,000. —
Wasserwerksanlage:				
Expropriation alter Wasserwerke etc.			508,500. —	
Baukosten:				
Zu- und Ablaufkanal:				
Kanal mit Damm und Wand im Ablauf		Fr. 753,981. 09		
Verlegen der Limmat und Sihl		„ 488,000. —		
Nadelwehr		„ 193,000. —		
Gerinnboden		„ 119,000. —		
Schiffschleuse		„ 77,000. —		
Freischleusen mit Antrieb		„ 26,500. —		
Drahtschmidlisteg, Verlängerung		„ 10,500. —	1,667,981. 09	
Pumpwerkgebäude im Letten:				
Expropriation		„ 72,000. —		
Oberbau mit Einrichtungen		„ 263,000. —	335,000. —	
Turbinenkammern mit Zu- und Ablaufgerinne, Rechen und Schützen			414,000. —	
Maschinen: 8 Turbinen		Fr. 245,000. —		
Haupttransmission 47 *m* lang		„ 38,000. —		
Pumpen:				
3 Systeme neu	Fr. 144,500. —			
3 „ ältere	„ 121,000. —	„ 265,500. —		
Laufkrahnen, 3 Stück		„ 10,500. —		
Reservemaschinen aus frühern Pumpstationen		„ 10,000. —		
Registrirapparate		„ 4,000. —	573,000. —	
Schuppen zur Aufbewahrung diverser Geräthe und Reservestücke			2,100. —	
Röhrensteg ohne Leitungen			79,000. —	3,579,581. 09
Kraftübertragung: Seiltransmission			225,500. —	
Wassertransmission:				
Triebwasserweiher		Fr. 69,000. —		
Leitungen		„ 231,500. —	300,500. —	526,000. —
Reservoirs, inclusive Expropriation:				
unteres beim Polytechnikum		„ 83,500. —		
Wärterhaus		„ 12,500. —	96,000. —	
mittleres im Schmelzberg			88,500. —	
oberes beim Schlössli			16,000. —	
Registrirvorrichtungen			17,000. —	217,500. —
			Uebertrag	4,718,581. 09

		Fr.	Fr.
	Uebertrag		4,718,581. 09
Leitungsnetze von allgemeiner Bedeutung:			
in der Stadt (incl. die spez. Rohranlagen)		642,000. —	
in den Ausgemeinden		171,000. —	813,000. —
Hydranten in der Stadt, 412 Stück		97,000. —	
Davon durch Beiträge der Stadt amortisirt		43,000. —	54,000. —
Besondere Anlagen in der Stadt, Fontainen, Brauchwasserbrunnen, Umbau des oberen Mühlesteges		57,000. —	
Durch Beiträge der Stadt getilgt		57,000. —	— —. —
Wassermesser und Tourenzähler			77,500. —
Schmutzwasserkanal bis zur Wipkingerbrücke			227,482. 66
Liegenschaften:			
Pumpwerk am obern Mühlesteg		287,500. —	
Seidenwebschule mit Wohngebäude		100,000. —	
Arbeiterwohnungen im Letten		30,000. —	417,500. —
Betriebsrückschläge während der Bauzeit bis Ende 1880		100,641. 57	
Pumpwerkprovisorium Platzpromenade, nicht mehr vorhanden, Kosten nach Abzug des Werthes der Maschinen etc.		145,500. —	246,141. 57
Kosten, welche durch Voranschläge vorgesehen und bewilligt sind			6,554,205. 32
Spezielle Anlagen in in den Ausgemeinden:			
Vorschüsse der Unternehmung für Leitungsnetze		281,764. 68	
„ „ „ „ Hydranten		29,989. 39	311,754. 07
Totalausgaben auf Bauten			6,865,959. 39
Guthaben des städtischen Conto: Trinkwasseranlage			30,305. 26
Stand der Bauschuld netto laut Rechnung auf Ende 1883			6,835,654. 13

Ueber die **Wasserabgabe und den Betrieb** mögen einige der wichtigsten Angaben genügen. Gemäss Reglement erfolgt die *Abgabe von Wasser in Privatgrundstücke* auf Messung und Verrechnung des verbrauchten Quantums hin. Der Preis des im Rechnungssemester konsumirten Wassers beträgt je 15 Cts. per Kubikmeter für die ersten Tausend, 10 Cts. für die zweiten Tausend und 5 Cts. für jeden Kubikmeter über zwei Tausend. Abonnenten, die sich verpflichten, jährlich mindestens 1000 Fr. Wasserzins zu bezahlen, erhalten sämmtliches Wasser zu 5 Cts. per 1 m^3. Bei fest begrenzter Wasserabgabe mit Kaliberhahnen kostet der Liter in der Minute per Jahr 40 Fr. Zur Bewegung von Maschinen wird das Wasser im Verhältniss der verbrauchten Kraft abgegeben und zwar zu 50 Cts. per Bruttopferdekraftstunde (270 Metertonnen) bis zu einem Betrage von 500 Fr. Kraftzins per Jahr, und zu 35 Cts. bei grösserem Kraftverbrauch. Für jedes einzelne Abonnement, bezw. für jede Kontrollstelle des Wasserverbrauches wird ein Minimalzins festgestellt, der unter allen Umständen bezahlt werden muss, wie gering auch der Wasserverbrauch gewesen sein mag. Dieser Minimalzins bemisst sich nach der Zahl der vorhandenen Räume eines Hauses unter Ansetzung von je Fr. 2. 50 per Raum. Küchen, Badezimmer, Waschhäuser, Abtritte und Pissoire mit Wasserspülung, Vorrathsräume werden mitgerechnet, ebenso fallen als solche zahlende Faktoren in Betracht: jeder Stand für Grossvieh, Gewächshäuser und Wagen für Personentransport, ferner jede Are Gartenfläche. Für Gewerbe, die einen den gewöhnlichen Hausbedarf übersteigenden Wasserverbrauch bedingen, kommt ein Extrazuschlag bei der Aufstellung des Minimalzinses von 5 bis 50 Fr. in Anrechnung. Bei Motoren soll nach der Stärke der Anlage für jede Pferdekraft 100 Fr. per Jahr im Minimum bezahlt werden.

Nach der *Betriebsrechnung für das Jahr 1884* ergibt die Summation sämmtlicher durch Abonnementsverträge abgeschlossener Minimalzinse per Ende des Jahres in Stadt und Ausgemeinden:

Zahlende Räume 118,212	Fr. 295,530. —
Gärten, Aren 7388	„ 18,228. 80
Gewerbe	„ 35,588. 85
Triebkraft, Pferde 115	„ 21,200. —
Minimalzinssumme	Fr. 370,547. 63.

Der Jahresverbrauch an Wasser für die Versorgung betrug 4,811,761 m^3; per Tag durchschnittlich 13,147 m^3,

im Maximum 21,059 m^3. Die Jahresleistung der Pumpen 1,468,552 Pferdekraftstunden, per Tag im Durchschnitt 4012, im Maximum 6610. Bei einer muthmasslichen Gesammtbevölkerung von 82,846 waren nach genauer Zählung zu Mitte des Rechnungsjahres an die Wasserversorgung angeschlossen 64,140 Einwohner, für welche der Verbrauch per Kopf und Tag somit auf durchschnittlich 205 Liter, im Maximum auf 329 Liter stieg. Die 5252 Abonnements ergaben durchschnittlich eine Einnahme von Fr. 78. 58 und es stellte sich der Durchschnittserlös per 1 m^3 Wasser auf 9,16 Cts.

Die in der Stadt und den Ausgemeinden aufgestellten 123 Motoren wiesen bei einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 1,53 Stunden per Tag eine Jahresleistung von 56,885 Pferdekraftstunden auf und ergaben dabei an Kraftzins eine Einnahme von Fr. 28,643. 90.

In das Industriequartier wurden durchschnittlich 190, im Maximum 300 Pferde durch Seiltransmission abgegeben, die Kraftübertragung dahin durch Wassertransmission erforderte 802,636 m^3 Wasser im Jahr, oder per Tag 2200 m^3 durchschnittlich, und 4765 m^3 im Maximum.

Ein Einblick in die finanziellen Verhältnisse ergibt der nachstehende Auszug aus der Rechnung des Jahres 1884 selbst:

Einnahmen:

		Fr.
Wasser zu öffentlichen Zwecken	Fr. 28,870. 60	
an Privaten abgegebenes Wasser	„ 411,701. 10	440,571. 70
Triebkraft im Industriequartier		51,185. —
Vergütung für Besorgung der städtischen Trinkwasseranlage		6,000. —
Miethzinse		10,700. —
Korrentzinse und Verschiedenes		14,566. 25
Ertrag des Installationskonto		6,156. 13
		529,179. 08

Ausgaben:

Allgemeiner Aufsichtsdienst	61,104. 33
Maschinendienst	37,988. 60
Unterhalt öffentlicher Anlagen	19,668. 57
„ vermietheter Liegenschaften	254. 75
„ der Privatanlagen	5,996. 30
Ankauf von Wassermessern	6,449. —
Vergütung an die Ausgemeinden 5 % des Wasserzinses	11,850. 55
Verzinsung der Anlagekosten, Verschiedenes	310,738. 85
Ergebniss, als Einlage in den Amortisationsfond	75,128. 13
	529,179. 08

Aktivsaldo des Amortisationsfondes *Fr. 83,936. 06 per Ende 1883.*

B. Trinkwasserversorgung.

Schon in frühern Jahrhunderten sicherte sich die Stadt Zürich an den umliegenden Höhenzügen den Besitz einer Reihe von Quellen. Seither vermehrte sie diese und verbesserte die Fassungen. In den Ausgemeinden blieb es früher den Privaten überlassen, für Quellwasser zu sorgen. Erst zu Anfang der Siebenzigerjahre erwarben auch Riesbach und Wiedikon Quellen auf Gemeinderechnung und erstellten Leitungsnetze, um das Wasser an öffentlichen Brunnen ausfliessen zu lassen.

So leitet die Stadt gegenwärtig ab:

	Zahl der Quellen	Erguss im Mittel Liter p. Min.	Erguss im Minimum Liter p. Min.
1. Vom Albisriederberg	23	300	236
2. „ Flunternerberg	19	150	76
3. „ Hottingerberg	45	350	124
4. „ Hirslanderberg	24	250	98
5. „ Weilhof	4	200	93
6. „ Seefeld	1	70	40
Total	116	1320	667

Ein Theil des Wassers dieser Leitungen muss schon ausserhalb an 31 Brunnenberechtigte abgegeben werden, ein anderer Theil an Privaten in der Stadt mit 40 Brunnen, die jedoch abgestellt werden können, wenn Wassermangel für die öffentlichen Brunnen eintritt. Von den Weilhofquellen beansprucht die Irrenanstalt vorab 30 Liter per Minute, von dem Reste gehört ein Drittel der Gemeinde Riesbach.

Die Quellen vom Albisriederberg speisen die Brunnen der kleinen Stadt, die übrigen diejenigen im grossen Stadttheil. Die Quellen unter 2 (theilweise), 3 und 4 ergiessen sich auf ein überwölbtes Filter beim Polytechnikum, welches die bei Gewitterregen entstehenden Trübungen beseitigt.

In Riesbach, exklusive Irrenanstalt, stehen für öffentliche Brunnen zu Gebot:

	Zahl der Quellen	Erguss im Mittel Liter p. Min.	Erguss im Minimum Liter p. Min
vom Weilhof	4	70	45
„ Seefeld	2	30	15
Total	6	100	60

Wiedikon verfügt über:

Quelle in der Au	1	500	300
„ im Döltschi	2	70	30
Diverse kleinere Quellen	4	60	35
Total	7	630	365

Hirslanden hat den Ankauf von vier Quellen unterhalb Wytikon, deren Ertrag sich durchschnittlich auf 100 Liter per Minute, im Minimum auf 65 Liter per Minute stellt, bewerkstelligt, dieselben jedoch der Gemeinde noch nicht zugeleitet.

Die folgende Tabelle gibt über die Verhältnisse der Quellwasserbrunnen in der Stadt und den neun Ausgemeinden Aufschluss:

	Im Rayon der Wasserversorgung			Ausserhalb des Rayon der Wasserversorgung			Total
	Oeffentl. Brunnen	Privat-Brunnen	Total	Oeffentl. Brunnen	Privat-Brunnen	Total	
Stadt Zürich	60	59	119	—	—	—	119
Gemeinde Riesbach	27	30	57	4	37	41	98
„ Hirslanden	—	19	19	—	39	39	58
„ Hottingen	3	29	32	—	33	33	65
„ Fluntern	—	24	24	—	24	24	48
„ Oberstrass	—	41	41	1	26	27	68
„ Unterstrass	—	27	27	—	7	7	34
„ Aussersihl	1	20	21	—	5	5	26
„ Wiedikon	23	1	24	9	7	16	40
„ Enge ...	—	9	9	—	3	3	12
Total	114	259	373	14	181	195	568

In der Gemeinde Wiedikon wird überdies in 34 Häusern das Quellwasser von der Au miethweise benutzt.

Daneben bestehen in Stadt und Ausgemeinden noch 493 Sodbrunnen, denen der Bedarf an Trinkwasser zum Theil enthoben wird.

Seit Einführung der Brauchwasserversorgung verwendete die Stadt Zürich auf Vermehrung der Quellen und Verbesserung der Quellwasseranlage folgende Summen:

Erwerb neuer Quellen und Ablösung von Brunnenrechten	Fr.	45,300. —
Verbesserung der Quellenfassungen sowie der Zuleitungen	„	136,900. —
Quellwasserfilter...	„	29,600. —
Leitungsnetz, eisernes	„	96,500. —
Quellwasserbrunnen...	„	41,400. —
Total	Fr.	349,700. —

Riesbach verwendete zu gleichem Zwecke circa Fr. 135,000. — und Wiedikon ca. Fr. 90,000. —.

3. Typhusepidemie im Jahre 1884 in Zürich.

(Vergleiche Spezialbericht No. 1.)

Die Spezialkommission der erweiterten Wasserkommission, welche mit der Prüfung der ursächlichen Verhältnisse der letztjährigen Typhus-Epidemie betraut wurde, musste, bevor sie an ihre eigentliche Aufgabe gehen konnte, sich zunächst eine möglichst genaue Kenntniss des Umfanges und des *Ganges der Epidemie selbst* verschaffen, da es darauf ankam, um ein theoretisch-einseitiges Vorgehen zu vermeiden, alle Momente, welche erfahrungsgemäss die Entstehung und Verbreitung des Typhus begünstigen, zu berücksichtigen. Wollte man ein einigermassen sicheres Urtheil sich bilden, so durfte man nicht einfach von früheren Epidemien und den damals als wahrscheinlich angenommenen Ursachen ohne Weiteres auf die jetzige schliessen, da die Erfahrung überall gezeigt hat, dass dieselben sich sowohl nach der Art ihrer Verbreitung als nach den ursächlichen Momenten verschieden verhalten.

Als Grundlage für die Beurtheilung der Epidemie selbst dienten der Kommission ausser den reichen, vom städtischen Ingenieurbureau gesammelten Materialien von Statistik und Plänen die Berichte über zwei von ihr zu diesem Zwecke veranlasste Enquêten.

Die eine, von Herrn Polizeisekretär Zuppinger durchgeführt, erstreckte sich sowohl auf die sämmtlichen *Häuser* von Zürich und 9 Ausgemeinden, in welchen Typhusfälle vorgekommen waren, als auf die *persönlichen Verhältnisse* sämmtlicher an Typhus erkrankten Personen. Die andere wendete sich vermittelst eines Fragenschemas an die Herren Aerzte und ärztlichen Vorstände der betreffenden Krankenabtheilungen in den Spitälern. Das auf diesem Wege gesammelte statistische Material wurde dann zusammengestellt, verglichen und bildete die Grundlage für die Beurtheilung der ursächlichen Momente der Epidemie.

Da sich schon vom Beginn derselben an, sowohl von Aerzten als Laien der Hauptverdacht gegen das städtische Leitungswasser als Träger der Typhusursache gelenkt hatte, liefen neben den vorerwähnten *Untersuchungen* parallel diejenigen, welche die Erforschung der *Beschaffenheit des Wassers* mit Bezug auf den genannten Punkt zur Aufgabe hatten. Es wurde nicht nur das Wasser selbst auf das Vorkommen von Typhusbacillen einlässlich untersucht, sondern ebenso die Ablagerungen auf dem Filter, in den Reservoirs und endlich, sobald man dazu gelangt war, auch die *Herkunft* der im Wasser als vorhanden supponirten Typhusbacillen näher in Betracht zu ziehen, Schlammproben aus der nähern Umgebung der Fassungsstelle, denen man in dieser Beziehung Beachtung schenken zu müssen glaubte. Endlich hielt es die Kommission bei der Unsicherheit, welche gegenwärtig die Bacillenfrage noch darbietet, für geboten, eine auswärtige Autorität um ihre Ansicht über dieselbe anzugehen. Es geschah dies durch ein Gesuch an Herr Geh. Regierungsrath Dr. Koch in Berlin, sich nach Einsichtnahme einer Beschreibung der hiesigen Wasserversorgung sammt Plänen, sowie von Präparaten der Herren Prof. Klebs und Cramer und deren Gutachten über die bezügliche Frage zu äussern. Diesem Gesuch wurde in ziemlich eingehender Weise entsprochen, wie der Bericht über diese Angelegenheit in der Beilage (Nr. 2) zeigt.

Wenn wir gleich an dieser Stelle hervorheben, *dass es nicht gelungen ist, weder im Wasser, noch an einer der oben bezeichneten Stellen Typhusbacillen mit Sicherheit nachzuweisen,* so sind wir damit auch der Erörterung der Frage enthoben, ob es überhaupt schon möglich sei, in den genannten Bacillen, wie sie sich in den Organen Typhuskranker finden, mit absoluter Sicherheit und unter allen Umständen die alleinige Krankheitsursache zu erkennen.

Bezüglich der Details dieser sämmtlichen Wasseruntersuchungen verweisen wir ebenfalls auf die Beilagen der Herren Experten, Professoren Cramer und Lunge. (Nr. 3, 4 und 5.)

Da also ein direkter Nachweis der Abstammung der Epidemie nicht gelang, musste sich die Kommission darauf beschränken, auf Grundlage des statistischen Materials den Ursachen der Epidemie nachzugehen. Wir theilen hier davon bloss die wichtigeren Ergebnisse ohne Zahlenangaben mit und verweisen für das Genauere wiederum auf den ausführlichen Spezialbericht.

Bekanntlich zeigten sich im Jahre 1884 erst im Monat März häufigere Erkrankungen an Typhus in Zürich und Ausgemeinden. Dieselben erstreckten sich so ziemlich über das ganze Gebiet in annähernd gleichmässiger Vertheilung.

Erst im Monat April aber folgte ein *rapides, epidemisches Auftreten* zahlreicher Erkrankungen, welche dann im Monat Mai an Zahl schon bedeutend abnahmen, besonders von der zweiten Woche an, im Monat Juni noch weiter sanken, so dass mit Ende dieses Monats die Epidemie als nahezu erloschen angesehen werden konnte, wenn auch in den Monaten Juli, August und September die Typhusfälle noch zahlreicher waren, als es gewöhnlich um diese Zeit bei uns der Fall zu sein pflegte. Berücksichtigt man die Fälle, welche der allgemein wirkenden Ursache zugeschrieben werden müssen und nicht als sekundär entstanden angesehen werden können, für sich, so ergibt sich eine Erkrankungsziffer von Zürich und seinen Ausgemeinden von nahezu 2 % der Einwohner, mit Ausnahme von Hirslanden und Wiedikon, welche bedeutend weniger Fälle zeigten.

Als besonders charakteristisch nun für diese Epidemie ist hervorzuheben:

Das ausserordentlich *rasche Ansteigen*, der *explosionsartige Ausbruch* derselben im April und ebenso die *relativ rasche Wiederabnahme*, ferner die auffallend *gleichmässige Vertheilung* der Erkrankungen auf *Zürich und Ausgemeinden* und die fast *absolute Beschränkung* auf *dieses Gebiet* bei *gleichzeitigem Freibleiben* der in *weiterem Umkreis* gelegenen Gemeinden.

Nach diesen wenigen allgemeinen Bemerkungen über das Gesammtbild der Epidemie wenden wir uns zunächst zu den persönlichen Verhältnissen der Erkrankten.

Die Zusammenstellungen nach dem *Geschlecht* zeigen eine fast gleichmässige Vertheilung auf beide Geschlechter.

Mit Bezug auf das *Alter* ergibt sich ein starkes Vorwiegen des jugendlichen Alters bei den Erkrankten, wie dies den sonstigen Erfahrungen bei dieser Krankheit entspricht. Die *Sterblichkeit* mit 9,1 % der Erkrankten erscheint im Ganzen als eine niedrige und es ist dies Resultat um so erfreulicher, als der Charakter der Erkrankungen selbst im Ganzen nicht leicht war, namentlich zu Anfang der Epidemie, wo denn auch die Mortalität sich als weit höher ergab.

Die Zusammenstellungen der Erkrankten nach *Berufsarten* lassen ein Vorwiegen nach der einen oder andern Richtung nicht erkennen, so dass weder hieraus, noch aus den persönlichen Verhältnissen der Erkrankten überhaupt sich bisher Anhaltspunkte einer ursächlichen Beziehung ergaben.

Diese Erfahrung wurde bestätigt durch eine Untersuchung der *sozialen Verhältnisse*, in welchen die Erkrankten lebten. Es zeigte sich, dass die minder günstig situirten Klassen der Bevölkerung durchschnittlich nicht schwerer von der Epidemie heimgesucht werden, als die gut gestellten. Dem entsprechend wurde gefunden, dass Mangel an Ordnung in Häusern, Schmutz und Unreinlichkeit, welche sonst so mächtige Hebel für die Ausbreitung von Volkskrankheiten bilden, hier gar nicht in Frage kommen. Solche Verhältnisse kamen überhaupt ausserordentlich spärlich vor, und wo sie gefunden wurden, hatten sie auf die Frequenz der Erkrankungen keinen Einfluss.

Als noch wichtiger erschien uns die Prüfung des *Verhältnisses der Erkrankungen zur Dichtigkeit der Bevölkerung*. Es wurden in dieser Beziehung sehr ausführliche und genaue Erhebungen angestellt. Das Ergebniss derselben zeigt, dass die Ziffer der Erkrankungen im Allgemeinen mit der Dichtigkeit der Bevölkerung gleichmässig im Einklang steht, dass also die am dichtesten bevölkerten Theile absolut am stärksten betroffen sind, jedoch im Allgemeinen relativ nicht stärker als andere. Ja, es wurde davon sogar eine Ausnahme konstatirt, indem Enge z. B. gegenüber dem dichter bevölkerten Riesbach bedeutend stärker mitgenommen worden ist.

Die Betrachtung der Bevölkerungsdichtigkeit im engeren Sinne, d. h. in den vom Typhus betroffenen Häusern selbst, ergiebt nun vollends, dass in den durchschnittlich am stärksten bevölkerten Häusern nicht mehr Erkrankungen vorkamen, als in den weniger stark bewohnten. Es ist also auch die *Dichtigkeit der Bevölkerung ohne wesentlichen Einfluss* geblieben auf die Stärke der Epidemie. Ebensowenig liess sich nachweisen, dass einzelne Abschnitte der Häuser stärker betroffen gewesen wären, als andere, es ergab sich kein Unterschied zwischen den untern und obern Stockwerken in dieser Beziehung. Auch einer ungünstigeren Situation oder schlechteren Ventilation der Schlafzimmer liess sich ein Einfluss auf die Erkrankungen nicht zuschreiben.

Die grösste Aufmerksamkeit erforderte nun selbstverständlich die Prüfung der *Abtrittverhältnisse* und des Zustandes sowohl der noch bestehenden Abtrittgruben, als der Anschlüsse an das Kanalnetz in den Häusern. Zunächst mag erwähnt werden, dass die Zahl der Typhusfälle in Kübelhäusern durchweg etwas grösser ist, als diejenige in den Grubenhäusern, was von vorne herein gegen einen Einfluss der Abtrittgruben und der in diesen Häusern meistentheils schlechtern Abtrittverhältnisse spricht; dazu fällt der Umstand in Betracht, dass *in der Stadt* im Jahr 1883 eine sehr gründliche Untersuchung der sämmtlichen Entwässerungsanlagen in den Privatgrundstücken stattfand, auf welche gestützt eine streng bis in alle Details durchgeführte Instandstellung und Ergänzung der Privatkanalisation angeordnet und eben vor Ausbruch der Epidemie durchgeführt wurde. Wenn nun trotzdem die Stadt in gleich intensiver Weise von der Krankheit befallen wurde wie einzelne Ausgemeinden, in denen nachgewiesenermassen die privaten Entwässerungsanlagen sehr zu wünschen übrig

liessen, so verliert dabei die Annahme eines Einflusses der Kanalisation auf die Verbreitung der Epidemie abermals an Wahrscheinlichkeit. Und endlich lassen die bezüglich der Abtrittverhältnisse (Licht, Luft, Geruch, Reinlichkeit) speziell durchgeführten statistischen Erhebungen durchaus kein bestimmtes Gesetz erkennen. Im Grossen und Ganzen scheinen die Zahlen darzuthun, dass die Häuser mit guten Abtrittverhältnissen relativ eher stärker betroffen waren als die wenig zahlreichen Häuser, in denen diese Verhältnisse sich ungünstiger darstellten.

Konnte man also schlechten Abtrittverhältnissen an sich keine Schuld an der Ausbreitung der Epidemie zuschreiben, so musste es sich dennoch fragen, ob nicht von dem *Kanalnetz* aus durch Eindringen von *Kanalgasen,* welche den Infektionsstoff möglicherweise in die Häuser getragen haben konnten, sich die Epidemie verbreitet habe.

Wenn sich auch durch die Untersuchung der Häuser diese Frage nicht direkt beantworten lässt, weil die Verbreitung der Kanalisation grösstentheils mit derjenigen der Brauchwasserversorgung zusammenfällt, so sind doch mehrere gewichtige Gründe vorhanden, welche diesen Verbreitungsweg als zum Mindesten unwahrscheinlich annehmen liessen.

Es liess sich kein Grund finden, der vor dem Ausbruch der eigentlichen Epidemie im April, also Ende März, eine so rapide Entwicklung des Infektionsstoffes in den Kanälen hätte veranlassen können, dass eine derartig rasche und ausgedehnte Verbreitung der Erkrankungen erfolgt wäre. Weder die Temperaturverhältnisse, noch diejenigen der Bodenfeuchtigkeit waren damals so beschaffen, dass sie einen solchen Vorgang hätten begünstigen können.

Ausserdem aber ist hervorzuheben, dass das in Betracht fallende Gesammtkanalgebiet aus drei völlig getrennten Netzen besteht, und zwar rechtes und linkes Limmatufer und Aussersihl. Unter solchen Verhältnissen ist es undenkbar, dass eine Verbreitung der Infektion auf dem Weg der Kanäle einen so genau symmetrischen Gang eingeschlagen hätte, wie dieses thatsächlich der Fall war. Endlich sind auch eine ziemliche Anzahl von Erkrankungen in Häusern, welche nicht an das Netz angeschlossen sind, vorgekommen.

Wenn wir also sehen, dass eine ganze Reihe von Momenten, welche sonst zu andern Zeiten oder an andern Orten das Auftreten und die Verbreitung des Typhus begünstigen, bei der letztjährigen Epidemie sicher ausgeschlossen werden können, und ferner, dass auch bestimmte Gründe gegen die Verbreitung der Infektion auf dem Wege der Kanalisation sprechen, so bleibt als letzter Weg für dieselbe bloss die *Brauchwasserleitung* übrig, und es ist daher zu prüfen, ob wir hier Gründe haben, dieselben als wahrscheinlich anzunehmen. Eine Reihe mehr allgemeiner Gesichtspunkte sprechen nun in der That von vorneherein für diese Möglichkeit.

So vor Allem die Beschränkung der Epidemie fast ausschliesslich auf das Gebiet der Wasserversorgung, die gleichmässige, von lokalen Einflüssen fast unabhängige Vertheilung der Erkrankungen, das relative Verschontbleiben der weniger ausgiebig mit Brauchwasser versorgten Gemeinden, sodann die plötzliche Verbreitung der Infektion auf das gesammte Gebiet. Nimmt man an, dass die Träger derselben zu einer gegebenen Zeit überhaupt in die Saugleitung gelangt seien, so bedurfte es nur ganz kurzer Zeit zur Ausbreitung derselben auf das gesammte Leitungsnetz.

Die Statistik zeigt, dass der Prozentsatz der infizirten Häuser und Bewohner mit dem Prozentsatz der mit Leitungswasser versehenen Häuser in den einzelnen Gemeinden steigt und fällt, ferner, dass der Genuss des Leitungswassers als Trinkwasser ausserordentlich verbreitet ist, so dass es nicht gelang, nur einen einzigen Fall primärer Erkrankung aufzufinden, bei dem es mit Sicherheit auszuschliessen gewesen wäre, dass Leitungswasser getrunken oder sonst in den Körper gebracht worden sei.

Wenn es auch richtig ist, dass bei der Voraussetzung einer vorübergehenden Infektion der Wasserleitung die Möglichkeit der Infektion zu einer gewissen Zeit für sämmtliche Bewohner des Gebietes vorlag, so ist doch die unter dieser Voraussetzung relativ schwache Betheiligung der Bevölkerung mit 2 % Erkrankungen keineswegs unbegreiflich. Schon die Altersverhältnisse der Erkrankten erweisen auf's Deutlichste die Verschiedenheit der individuellen Disposition, und es ist ganz unzweifelhaft, dass noch eine Reihe anderer Umstände dieselben ebenfalls beeinflussen.

Da ferner vielleicht nur während kurzer Zeit vergiftetes Wasser in einem Hause ausfloss, so waren nur diejenigen Personen der Erkrankung überhaupt ausgesetzt, welche zufällig in jenem Momente das Leitungswasser als Trinkwasser genossen haben.

Fügen wir hinzu, dass eine gewisse und in verschiedenen Fällen sicher verschiedene Konzentration des Infektionsgiftes dazu gehört, um die Krankheit wirklich zu erzeugen, so muss die Thatsache das Auffällige verlieren, dass auch bei im Allgemeinen für Alle gegebener Möglichkeit der Ansteckung, doch nur ein geringer Theil wirklich erkrankte.

Zur Unterstützung der Annahme, dass die Infektion sich auf dem genannten Wege verbreitet habe, kommen dann überdies noch einige Einzelbeobachtungen hinzu, wie die-

jenige im Seminar in Unterstrass, für die wir auf den Spezialbericht verweisen.

Wenn man daher nach diesen Untersuchungen zu dem schliesslichen Resultate gelangte, dass von allen in Betracht gezogenen Möglichkeiten die Verbreitung der Infektion auf dem Wege der Brauchwasserversorgung die grösste Wahrscheinlichkeit für sich habe, so ergab sich sofort die weitere Aufgabe, den Stellen nachzuforschen, von denen aus der Infektionsstoff in das Wasser gelangt sein konnte, sowie den Wegen, auf welchen das infizirte Wasser in die Leitung Eintritt gefunden hat. Dieses soll in der nun folgenden Betrachtung geschehen.

Um sich über die *Möglichkeiten des Eindringens von Typhusgift in die Wasserversorgungsanlage* Klarheit zu verschaffen, musste man sich ein genaues Bild über die bei der ursprünglichen Anlage beabsichtigte Fassungsweise des Wassers und die seither eingetretenen thatsächlichen Verhältnisse machen.

Bei Herstellung des Filters und der Filterleitung im Jahr 1871 hatte man im Hinblick auf die Reinheit und die beabsichtigte Verwendung des Wassers einer Filtration desselben nur eine nebensächliche Bedeutung zugeschrieben. Man glaubte sich über diesen Punkt um so eher beruhigen zu können, als auch das Gutachten der beiden zugezogenen Experten, der Herren Professor Culmann und Oberbaurath Moore, sich ganz in diesem Sinne aussprach.

Herr Professor Culmann berichtet in seinem Gutachten, dass sich Herr Moore in seiner Gegenwart und in Uebereinstimmung mit seiner eigenen Ansicht, folgendermassen geäussert habe: „Das Wasser des Zürchersees ist das „schönste, beste, klarste, das man sich wünschen kann; „anderwärts wäre man froh, wenn man solches Wasser „hätte, man würde es nicht erst filtriren, sondern es gerne „unfiltrirt trinken. Das Wasser des Zürchersees ist demnach „nur des Scheines wegen zu filtriren."

Man hatte ferner, mit Rücksicht auf die damals in Ausführung begriffenen oder projektirten Sammelkanäle für Abwasser an den Ufern beiderseits der Limmat, zwischen dem Wasser unmittelbar am Seeausfluss einerseits und dem Wasser in seinem Verlauf durch die Stadt bis zu den Ausläufen der Abwasserkanäle anderseits keinen grundsätzlichen Unterschied gemacht. Wenn auch das eigentliche Filter am Auslauf des Sees hergestellt und durch eine Röhrenleitung mit dem Pumpwerk am obern Mühlesteg, nachher in der Platzpromenade verbunden wurde, so geschah doch die Ausführung dieser Leitung in Betonröhren, deren Fugen keineswegs unbedingte Wasserdichtigkeit sicherten. Man setzte voraus, dass diese Röhren in Folge der Ueberdeckung mit Sand analog dem Filter selbst wirken würden, indem sie dem durch den Sand filtrirten Limmatwasser Zutritt zur Leitung gewährten. Die Wasserfassung beschränkte sich demgemäss nicht bloss auf das eigentliche Filter von 1134 m^2 Oberfläche, sondern beruhte zugleich auch in der Leitung bis zum untern Mühlesteg oder bis zur Bahnhofbrücke, welche bei 850 m Länge eine Filterfläche von 1700 bis 2500 m^2 darstellen mochte, so dass also die gesammte Filterfläche auf ca. 3000 m^2 angesetzt werden konnte.

Dass nun eine derartige, einem Fassungsfilter ähnliche Wirkung der Leitung zwischen Filter und Pumpwerk wirklich stattfinde, musste immer klarer werden, weil die ursprüngliche Anlage dem unerwartet stark und fortdauernd steigenden Wasserverbrauch bis auf 21,000 m^3 per Tag statt des ursprünglich vorgesehenen Maximalverbrauches von nicht ganz der Hälfte, nämlich von 10,000 m^3 genügte. Es hätte dies bei blosser Berücksichtigung des eigentlichen Filters einer Tageslieferung von ca. 19 m^3 per 1 m^2 Filterfläche entsprochen, was sich doch kaum mehr mit der Thatsache vereinigen liess, dass das Wasser der Wasserleitung dennoch auch bei den zeitweiligen Trübungen der Limmat immer klar floss und bei chemischen Untersuchungen sich als rein erwies. Bei Berücksichtigung der ganzen filtrirenden Fläche hingegen ergab sich eine Lieferung von bloss etwa 7 m^3 per Quadratmeter Filterfläche im Tag, was bei dem an sich meist klaren Wasser wohl möglich war.

Im Verlauf der letzten fünfzehn Jahre wurde denn auch das See- und Limmatwasser, welches im Gegensatz zu dem als „Trinkwasser" bezeichneten Quellwasser ursprünglich nur als „Brauchwasser" zu Haushaltungs- und gewerblichen Zwecken bestimmt war, immer allgemeiner zum Trinken verwendet.

Die Ursache der Typhusepidemie, welche wie ein Schlag aus heiterm Himmel hereinbrach, wurde eben wegen dieser allgemeinen und plötzlichen Verbreitung sowohl von Aerzten als Laien vom Beginn an im Brauchwasser gesucht und wir müssen diese Anschauung auf Grund der vorstehenden Erörterungen theilen. Was konnte nach so langjähriger zufriedenstellender Leistung Schadenbringendes vorgegangen sein?

Die Untersuchung der Leitung zwischen Filter und Pumpwerk hat nun ergeben, dass diese Leitung ca. 29 m unterhalb der Gemüsebrücke beinahe gänzlich verstopft, und dass somit das Filter *nicht* wegen Verschlammung seiner Oberfläche, sondern wegen dieser Verstopfung der Ableitung thatsächlich fast ganz ausser Thätigkeit getreten war. Es folgt hieraus, dass die Infektion des Wassers nicht wohl vom Filter ausgegangen sein kann, wie aus dem vermeintlichen Vorfinden von Typhusbacillen im Filterschlamm gefolgert werden wollte, sondern dass diese Infektion

mit grösster Wahrscheinlichkeit auf der Strecke von der Rosengasse abwärts bis zum alten Schützenhaus oder bis zur Platzpromenade in die Leitung gelangt sein musste.

Vom Zeitpunkt der Verstopfung an hat im Wesentlichen nur noch die Leitung in der Limmat auf eine Länge von ca. 500 *m* mit einer Filterfläche von ca. 1000—1500 m^2 das sämmtliche Wasser geliefert, was nur bei einer übermässig grossen Filtrationsgeschwindigkeit möglich sein konnte. Die Verstopfung war offenbar durch eine Beschädigung der Leitung veranlasst worden, entweder bei der Erstellung des Fangdammes zur Vertiefung des Limmatbettes an dortiger Stelle im Winter 1880 auf 1881, oder bei Sprengung des im Limmatbett liegen gebliebenen erratischen Blockes, genannt „Metzgerstein“, im Sommer 1881. Durch die eingetretene Beschädigung wurde der die Röhre umgebende Sand allmälig bis zur fast vollständigen Verstopfung derselben hineingespühlt. Wann dieser Zeitpunkt eingetreten ist, lässt sich durchaus nicht sagen, da die Qualität des Wassers keinen Anhalt liefert und trotz der mangelhaften Verhältnisse das gelieferte Wasser keinen Klagen rief.

Immerhin folgt aus diesen Erörterungen mit ziemlicher Sicherheit, dass das Eindringen des Infektionsgiftes wahrscheinlich auf der Strecke von der Rosengasse abwärts stattfand, indem die krankheitserzeugenden Keime am wahrscheinlichsten dort ihre Eintrittsstelle fanden. Die zu rasche Filtration durch den die Röhren bedeckenden Sand genügte zwar selbst während starker Trübung der Limmat zur Klärung des Wassers, vermochte aber nicht die Infektion von der Leitung abzuhalten. Die Infektionskeime selbst brauchten nicht aus dieser Strecke der Limmat zu stammen, sondern könnten auch von weiter oben her mit dem Limmatwasser hergebracht worden sein.

In erster Linie mussten natürlich die Quaibauten in Betracht kommen, da wesentlich bloss durch diese die Beschaffenheit des Wassers am Seeausfluss eine temporäre Aenderung erfahren hatte.

Aus der vom Ingenieur der Quaibauten, Herrn Dr. Bürkli, vorgelegten Uebersicht der bezüglichen Arbeiten ergab sich, dass zeitlich bloss folgende Abschnitte der für die Erstellung der neuen Quai's nothwendigen Arbeiten mit einiger Wahrscheinlichkeit für allfällige Infektion der Limmatleitung zu berücksichtigen waren:

Erstens: *kleinere Baggerarbeiten beim Bellevue*, an der Stelle des alten Hafendammes und beim rechten Widerlager der neuen Quaibrücke, und

Zweitens: *die Auffüllungen im Verlauf des rechten Ufers vom Bellevue bis zur Wasserkirche.*

Die übrigen weit grösseren Antheile der genannten Arbeiten sind zeitlich zu entfernt von der Epidemie, um für dieselbe in Betracht zu fallen.

Der Grund längs des Ufers, in dem die beiden obgenannten Operationen stattfanden, zeigte denn in der That auch eine verdächtige Beschaffenheit, indem derselbe durch alte Kloakenausläufe von früherer Zeit her stark verunreinigt ist. — Als unverdächtig musste dagegen das gesammte Material der Auffüllung angesehen werden, da die genauern Nachforschungen weder für den ausgebaggerten Seeschlamm, noch für das von der Geissbergmoräne abgegrabene Material Gründe ergaben, diese zu beanstanden. Es konnte also eine Verunreinigung des Wassers bloss stattgefunden haben, einmal direkt durch die oben erwähnten Baggerungen, dann durch die in Folge der Auffüllungen am rechten Ufer entstandenen Bewegungen des Ufergrundes, wodurch eventuell auch abgelagerter Infektionsstoff in die Leitung gedrungen sein mochte.

Im Verlauf der Limmat selbst waren es wesentlich blos die Verhältnisse an der Schipfe, welche für die in Frage stehende Sache besondere Beachtung erheischten, da nur noch dort bis vor kurzer Zeit Ausläufe von Kanälen direkt in die Limmat mündeten.

Da sich aber ergeben hat, dass im Monat März blos zwei Typhusfälle in dem Stadttheil, welcher hier in Betracht kommt, auftraten, und diese nur ganz kurze Zeit zu Hause verpflegt wurden, so musste die Annahme, als ob von diesen aus Dejektionen sich dem Limmatwasser beigemischt hätten und so vielleicht eine Infektion der undichten Leitung entstanden wäre, als ziemlich unwahrscheinlich hingestellt werden.

Wenn es endlich auch konstatirt wurde, dass bei vermehrter Leistung der Pumpen Grundwasser vom Bahnhofplatz aus in die Leitung eingesogen wird, so ist eine infektiöse Beschaffenheit desselben durch nichts erwiesen und es fällt daher auch auf dieses Moment nur eine geringe Wahrscheinlichkeit.

Die Kommission ist daher schliesslich nicht in der Lage gewesen, ein absolut bestimmtes Urtheil über die Herkunft der Infektion abgeben zu können, sondern musste sich begnügen, die verschiedenen Momente, welche hier in Betracht kommen konnten, ihrer Wahrscheinlichkeit nach gegeneinander abzuwägen.

4. Technische Untersuchungen im Allgemeinen.

Die technische Subkommission der erweiterten Wasserkommission erachtete es zunächst als ihre Aufgabe, zu untersuchen, ob es möglich sei, von irgend einem Orte her ein Wasser zu beziehen, das sich für eine neue Versorgung von Zürich eignen könnte, die diesbezüglichen Verhältnisse nach Quantität, Qualität und übrigen massgebenden Faktoren möglichst gründlich zu studiren, um darauf gestützt die Frage zu erörtern, in wie weit es thunlich sei, ein ganz neues Versorgungssystem einzuführen, oder ob es bei einer blossen Verbesserung und Ergänzung der bestehenden Wasserversorgung sein Bewenden haben müsse. In dieser Weise hoffte sie schliesslich dazu zu gelangen, bestimmte Vorschläge für die künftige Gestaltung der Wasserversorgung zu bringen und die Kosten für die neu zu erstellenden Anlagen festzusetzen.

Die Kommission hat die Frage offen gelassen, ob bei dieser Erweiterung bloss die engere Stadt Zürich, oder die Stadt mit ihren neun Ausgemeinden in Berücksichtigung zu ziehen sei. Indessen dürfte diese Frage im Hinblick auf die Ursache, welche zur Vornahme der ganzen Untersuchung den nächsten Anstoss gegeben hat, unschwer zu beantworten sein. Die Typhusepidemie von 1884 hat sich nicht bloss auf die engere Stadt, sondern auch auf die Ausgemeinden erstreckt; ist die Schuld dieser Epidemie ganz oder theilweise dem Genuss des Leitungswassers zuzuschreiben, so müssen die Ausgemeinden nicht minder auf Beseitigung der diesfälligen Uebelstände dringen als die Stadt selbst. Es wäre augenscheinlich unstatthaft, bloss für die Stadt ein neues System des Wasserbezuges einzuführen und in den Ausgemeinden Alles beim Alten zu lassen oder es jeder einzelnen Gemeinde zu überlassen, selbstständig für Verbesserung zu sorgen. Sogar den Fall vorausgesetzt, dass ein neues System in der Stadt allein zur Durchführung käme, müsste doch dafür gesorgt werden, dass die Ausgemeinden mit ihren Wasserverhältnissen nicht ungünstiger gestellt würden, als sie es jetzt sind; schon das allein würde der Stadt als der Unternehmerin der Wasserversorgung erhebliche Mehrarbeiten und Kosten verursachen. Jedenfalls müsste eine neue Anlage so gestaltet und berechnet sein, dass den Ausgemeinden jederzeit die Möglichkeit gegeben wäre, sich an die städtischen Einrichtungen anzuschliessen, auch wenn nicht sofort alles Erforderliche im ganzen Umfang ausgeführt würde.

Eine der ersten Hauptfragen, welche sich die Kommission vorzulegen hatte, war diejenige nach der nöthigen Wassermenge. Bei Entwurf der jetzt bestehenden Wasserversorgung in den Jahren 1868 — 1871 durch Hrn. Dr. Bürkli wurde auf den Kopf der Bevölkerung ein Wasserquantum von 190 Liter per Tag als zureichend erachtet; die angeschlossene Bevölkerung wurde damals zu 53,000 Einwohnern geschätzt, wovon 23,500 der Stadt und 29,500 den Ausgemeinden zufielen. Diese Annahmen führten zu einem Durchschnittsquantum von rund 10,000 Kubikmeter per Tag oder von 7000 Liter per Minute. Nun ist aber einerseits die Bevölkerung, zumal in den Ausgemeinden, in viel stärkerem Mass gestiegen als damals geahnt werden konnte; anderseits hat auch der Wasserkonsum dermassen zugenommen, dass sich der alleinige Bedarf an Brauchwasser (ungerechnet das Triebwasser) 1882 durchschnittlich auf 12,300, 1883 und 1884 auf 13,200 Kubikmeter täglich stellte und an einzelnen Tagen des letztern Jahres bis über 21,000 m^3 anstieg. (Vgl. Capitel 2). Schon daraus ergibt sich die Nothwendigkeit, auf eine Erweiterung der bestehenden Anlagen hinzustreben. Zwar ist das Wasserwerk im Letten gross genug angelegt, um bis 27,000 m^3 per Tag oder noch mehr heben zu können; dagegen ist die Fläche des jetzigen Filters in der Limmat und der Inhalt der drei Brauchwasserreservoirs, welche zudem nicht einmal nach dem ursprünglichen Projekt fertig erstellt sind, entschieden zu klein.

Als Grundlagen für die weitern Berechnungen hat nun die Kommission ein Wasserquantum von 300 Liter per Kopf und per Tag angenommen, welche sich ungefähr folgendermassen auf die verschiedenen Bedürfnisse vertheilen:

Bedarf in Küchen … … …	50	Liter.
Für die übrigen häuslichen Zwecke	70	„
Für die Hydranten in den Strassen	30	„
Für gewerbliche Zwecke … …	50	„
Für öffentliche Fontänen … …	20	„
Für Motoren… … … … … …	80	„
Total	300	Liter.

Die mit Wasser zu versorgende Bevölkerung ist im Ganzen zu 90,000 Seelen geschätzt worden, wovon 28,000 auf die engere Stadt und 62,000 auf die Ausgemeinden fallen. Hiernach berechnet sich der Gesammtbedarf an Wasser, das für alle Zwecke dienen soll, auf:

27,000 m^3 per Tag oder 19,000 Minutenliter für Stadt und Ausgemeinden,

8400 m^3 per Tag oder 5800 Minutenliter für die Stadt allein.

Gesetzt den Fall, das bisher allgemein verwendete See- oder Limmatwasser würde sich durch genaue Untersuchungen als so schlecht oder gesundheitsschädlich herausstellen, dass von einem weitern Gebrauch desselben ganz oder theilweise abgegangen werden müsste, so wäre man genöthigt, sich nach einer neuen Bezugsquelle für das Wasser umzusehen, und diese könnte nur sein: Quellwasser oder Grundwasser. Die Kommission hat von Anfang an beschlossen, diese Eventualität in gründliche Erörterung zu ziehen und alle Möglichkeiten, die sich für den Wasserbezug in der nähern oder weitern Umgebung Zürich's bieten, nach jeder Richtung zu studiren. Es wurde grundsätzlich festgesetzt, jedes Wasser, das für die Versorgung von Zürich irgendwie in Betracht kommen könnte, nach drei verschiedenen Gesichtspunkten zu prüfen, nämlich *geologisch* nach seinem Ursprung, *chemisch* nach seinen Bestandtheilen und *mikroskopisch* nach den kleinsten in ihm enthaltenen Organismen. Die geologischen Untersuchungen wurden durch Herrn Professor *Heim* und Herrn *Albrecht,* Quellentechniker von Bülach, vorgenommen, die chemischen Analysen durch Herrn Stadtchemiker *Bertschinger* nach einer von Herrn Professor *Lunge* aufgestellten Methode, und die microscopischen Bestimmungen durch Herrn Professor *Cramer*. Einige Bemerkungen über den Gang dieser Untersuchungen im Allgemeinen dürften am Platze sein.

a) Geologische Untersuchungen.

(Vergl. Spezialbericht Nr. 6.)

Die geologische Prüfung der Quellen wurde fast immer mit gleichzeitiger Messung von Ertrag und Temperatur derselben verbunden. Je stärker die Temperatur schwankt und sich von der Jahreszeit abhängig zeigt, desto unbeständiger und oberflächlicher ist meist die betreffende Quelle. Das Hauptaugenmerk war aber stets auf die Zusammensetzung des Bodens zu richten. Es waren in jedem Fall so gut als möglich folgende Fragen zu beantworten:

1. Welches ist der Umriss des der Quelle zugehörigen Sammelgebietes?

2. Lassen die durchlässigen Schichten nach ihrer Beschaffenheit und Tiefe auf eine genügende Filtration und Ausgleichung im Ertrag schliessen?

3. Liegen im Sammelgebiet dauernde Infektionsherde oder kommen intensive vorübergehende Verunreinigungen vor?

4. In welcher Weise stehen die Infektionsgelegenheiten mit den Quelladern in Verbindung oder sind sie von ihnen abgeschlossen?

5. Auf welche Abnahme des Quellenertrages wird man nachd en erlangten Beobachtungen für die trockensten Zeiten gefasst sein müssen?

6. Welches wären die Fassungsarbeiten, und könnten dieselben zu einer wesentlichen Vermehrung des Ertrages führen?

7. Wie wurde bisher die Quelle benutzt und welche Entschädigungen und Expropriationskosten würde die Erwerbung mit sich ziehen?

Die Beurtheilung und das Abwägen dieser Fragen ist natürlich nicht immer auf ausreichende Beobachtungen gestützt, indem die Anzeichen, welche über die Bodenbeschaffenheit Aufschluss geben sollen, oft zu spärlich sind. Erfahrung und Uebung im Blick müssen häufig solche Beobachtungslücken ausfüllen.

Von besonderer Bedeutung zur Beurtheilung einer Quelle sind endlich die in verschiedenen Zeiten wiederholten Messungen von Quantität und Temperatur.

Es ist kaum glaublich, wie viele der benutzten Quellen durch benachbarte Miststöcke, Abtrittgruben, Friedhöfe u. s. w. gefährdet sind, wie aber diese Dinge unbeachtet bleiben und gleichwohl das Wasser der so beeinflussten Quellen ohne Bedenken getrunken wird. In gewöhnlichen Zeiten ist der dadurch verursachte Schaden nicht merklich; kommt aber noch eine andere Ursache dazu (z. B. Jauchebeimischung von kranken, statt gesunden Thieren), so können dadurch bedeutende Epidemien hervorgerufen werden (wie dies z. B. in Thalweil, Olten, Buchs im Rheinthal, Neuenburg u. s. w. geschehen ist). Es ist desshalb Pflicht, mit aller Sorgfalt die Reinheit der Sammelgebiete zu prüfen und wählerischer zu verfahren, als es bisher geschehen ist.

Im schweizerischen Hügelland besteht der tiefere, aus anstehendem Fels gebildete Untergrund aus Molasse (Sandstein und Mergel der Mitteltertiärzeit). Darüber liegt Schutt, welcher theils von der Verwitterung der Molasse, theils von Bächen, Flüssen und den alten Gletschern herrührt. Die Molasse eignet sich wegen ihrer geringen Durchlässigkeit schlecht zur Quellenbildung, dagegen sind die aufliegenden Schuttschichten durchlässiger und filtriren oft sehr gut. Die grössern und wirklich guten Quellen entstehen indess nur da, wo diese Schuttschichten sehr mächtig sind, was nicht so oft der Fall ist. Die Quellen treten oft direkt auf der Oberfläche der Molasse aus dem Grunde des Schuttes hervor, oft aber besteht der unterste Theil des Schuttes

aus sogenannter Grundmoräne, d. h. schwer durchlässigem Thon mit eingeschlossenen geschrammten Steinen, und dann fängt dieser Gletscherlehm das eingedrungene Wasser zur Quellader auf (wie z. B. bei den Quellen an der mittlern Sihl und im Glattthal).

Ein Ertrag von 18,000 bis 20,000 Minutenliter Wasser in trockenster Jahreszeit erfordert im schweizerischen Hügelland schon ein Sammelgebiet von grosser Ausdehnung. Handelt es sich um Grundwasser, so dürften von einer Hektare nicht mehr als etwa zwei Minutenliter beständigen Ertrages erwartet werden, und müsste das Sammelgebiet für den verlangten Ertrag 100 km^2 Fläche haben. Ein normales gutes Quellsammelgebiet hingegen dürfte per Flächeneinheit das doppelte Quantum liefern, und man könnte in diesem Fall mit 50 km^2 Fläche ausreichen. Ein so beschaffenes, reines Sammelgebiet in dieser Ausdehnung ist in dem intensiv landwirthschaftlich betriebenen Hügelland der Nordostschweiz nicht zu finden, und die Hochgebirgsquellen von solchen Erträgen (z. B. bei Näfels im Kanton Glarus) liegen zu tief oder zu abgelegen, oder sind schon in intensiver Weise in Beschlag genommen (z. B. Sackbergquellen bei Glarus). Will man überhaupt an eine Quellwasserversorgung denken, so muss man *eine bedeutende Anzahl verschiedener Quellen* von einer oder mehrern Quellgruppen benutzen. Dieses zieht aber verschiedene Uebelstände nach sich, wie: zahlreiche Fassungen, schwierige Unterhaltung der Quellen und Leitungen, mühsame Ueberwachung in Beziehung auf Infektionsgelegenheiten, schädliche Neubauten in den Sammelgebieten u. s. w. Das wirksamste Mittel dagegen wäre der Ankauf des ganzen Sammelgebietes und Bepflanzung mit Wald; das kann aber doch für eine Fläche von gegen 50 km^2 der Stadt Zürich nicht zugemuthet werden!

b. Chemische Untersuchungen.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 5.)

Bei der chemischen Untersuchung von Wasser auf seine Tauglichkeit als Getränk kommt es weniger auf die mineralischen, als auf die organischen und die durch Zersetzung derselben gebildeten Stoffe (Ammoniak, Salpetersäure etc.) an. Grössere Mengen von mineralischen Stoffen machen das Wasser *hart*, was für seine Verwendung zum Kochen, Waschen und industriellen Zwecken schädlich, für diejenige zum Trinken gleichgiltig ist. Es sei nun hier gleich bemerkt, dass von allen untersuchten Wassern das weichste dasjenige des Wäggithals ist, darauf folgt das Zürichseewasser, während alle übrigen Wasser (Grund- und Quellwasser) zu den harten, grösstentheils zu den sehr harten zählen.

Die Härte eines Wassers ist in diesem Bericht in *französischen Härtegraden* angegeben, d. h. die im Ganzen vorhandenen Kalk- und Magnesia-Salze sind als kohlensaurer Kalk berechnet und auf 100,000 Theile Wasser bezogen; ein französischer Härtegrad (1^0) ist somit gleichwerthig einem Theil kohlensaurem Kalk in 100,000 Theilen Wasser.

Viel wichtiger ist die Untersuchung auf diejenigen Stoffe, welche als *organische Verunreinigungen* bezeichnet werden können, sei es, dass sie selbst noch „organischer“ Natur sind oder dass sie als Zersetzungsprodukte organischer Substanzen angesehen werden müssen. Schon das an sich ganz unschädliche Kochsalz gehört hieher, insofern dasselbe in nicht verunreinigten natürlichen Wassern nur in sehr kleinen Mengen vorkommt, namentlich in denen der Ostschweiz, während viel davon im Harn der Thiere vorhanden ist, so dass sein Auftreten in etwas grösseren Mengen den Verdacht einer Verunreinigung mit Düng- oder Kloaken-Stoffen wachruft. Uebrigens sind auch alle andern einschlägigen, von dem Chemiker im Wasser nachzuweisenden Stoffe an sich vermuthlich völlig unschädlich, wenigstens in den geringen, hier in Betracht kommenden Mengen; aber sie deuten in noch direkterer Weise als das Kochsalz darauf hin, dass das betreffende Wasser Verunreinigungen empfangen hat, unter denen Krankheitskeime sehr leicht vorkommen können, und welche jedenfalls solchen Keimen eine ihre Vermehrung begünstigende Nahrung bieten. In diesem Sinne sind die Prüfungen auf Oxydirbarkeit, freies Ammoniak, albuminoides Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure aufzufassen, welche mit allen Wasserproben angestellt wurden, und in Bezug auf welche auf die wissenschaftliche Beilage Nr. 5 verwiesen werden muss, wo zunächst die angewendeten Methoden im Einzelnen besprochen, und zweitens alle Einzelresultate der Analysen tabellarisch und durch graphische Darstellungen versinnlicht aufgeführt sind.

Ein absolut sicheres Urtheil über die Qualität eines Trinkwassers vermag die chemische Analyse allerdings nur in wenigen Fällen zu geben, da sie die Krankheitskeime ja nicht direkt nachweist, sondern nur die Anwesenheit von Substanzen konstatirt, welche jene Keime zu begleiten pflegen und sie ernähren können. Aber ebenso wenig vermag irgend welche andere bis jetzt bekannte Methode der Wasseruntersuchung ein an sich entscheidendes Resultat zu liefern, ganz gewiss nicht die blosse Zählung von Bakterien, um so mehr, als die krankheitserzeugenden Bacillen im Trinkwasser bisher noch nie mit irgend welcher Sicherheit aufgefunden worden sind. Beide Methoden müssen also nebeneinander angewendet und im Falle von Grundwasser und Quellwasser mit lokaler geologischer

Untersuchung kombinirt werden; dann allerdings kann man brauchbare Resultate erwarten, und gerade die vorliegenden Untersuchungen nach allen drei Richtungen haben dies erwiesen; denn die völlig unabhängig von einander und ohne Kenntniss der Arbeiten ihrer Kollegen forschenden Experten sind in der weit überwiegenden Mehrzahl aller Fälle zu denselben Schlüssen gekommen. Dass aber doch einzelne Ausnahmen vorgekommen sind, beweist, wie leicht eine einseitige Untersuchung zu Irrthümern führen kann.

Die bei der chemischen Untersuchung zu Tage geförderten Resultate werden bei der Besprechung der einzelnen Quellgebiete, resp. des Seewassers, kurz erwähnt werden. Als wünschenswerth muss es bezeichnet werden, durch fortlaufende Untersuchung des Wassers in bestimmten Zeiträumen dessen Reinheit zu kontroliren.

c) Mikroskopische Untersuchungen.

(Vgl. Spezialberichte Nr. 3 und 4.)

Da in verschiedenen Zeitungsartikeln die Ansicht ausgesprochen worden war, das Brauchwasser habe zur Zeit der Epidemie Typhuskeime enthalten und dadurch den Typhus veranlasst; ferner es sei überhaupt so unrein, dass es schon aus diesem Grunde zur Verwendung als Trinkwasser sich nicht eigne, so handelte es sich bei der mikroskopischen Untersuchung vor allem darum, zu prüfen:

1. Ob sich wirklich Typhusbacillen im Brauchwasser nachweisen lassen.
2. Ob dasselbe, sowie das See- und Limmatwasser so unrein sei, wie angegeben worden war.
3. Wie sich andere Wasser rücksichtlich ihres Gehaltes an Mikroorganismen, zumal Bakterien verhalten.

Endlich war zu untersuchen, ob ein Wasser durch Filtration von solchen Organismen ganz oder theilweise befreit, also reiner werde als vorher, oder ob der Filtration kein reinigender Einfluss zukomme.

Die bei diesen Untersuchungen befolgten Methoden waren im Wesentlichen die von Herrn Geheimrath Dr. Koch begründeten, für Lösung von Frage 1: Kultur der Bacillen auf durch heisse Wasserdämpfe sterilisirten Kartoffeln, sowie auf pilzfreier Nährgelatine, zum Zwecke der Ausmittlung der Zahl der im Wasser enthaltenen Fäulnissorganismen, zahlreiche sogenannte Platten- und besonders Kolben-Versuche.

Mit Rücksicht auf den ersten Punkt hat sich ergeben, dass die im Limmat- und Brauchwasser aufgefundenen Bakterien nicht identisch waren mit ächten Typhusbacillen, wie sie in Organtheilen auch hiesiger Typhusleichen nachgewiesen worden sind.

Nach der übereinstimmenden Ansicht von Herrn Geheimrath Dr. Koch mit Herrn Professor Cramer ist es überhaupt noch niemals gelungen, Typhusbacillen ausserhalb des menschlichen Körpers nachzuweisen, womit allerdings die *Möglichkeit* nicht ausgeschlossen ist, dass solche unter besondern Umständen doch in's Wasser und aus diesem wieder in andere Körper gelangen können. So viel steht aber fest, *dass das Seewasser als solches kein Herd für Typhuskeime ist.*

Auch das Resultat der auf den Bakteriengehalt verschiedener Wasser überhaupt gerichteten Untersuchungen darf als ein für Brauch- und Seewasser im allgemeinen sehr günstiges bezeichnet werden, indem die Zahl der in genannten Wassern enthaltenen Fäulnissorganismen bei zahlreichen zu verschiedener Zeit und unter verschiedenen Umständen ausgeführten Versuchen, wenige leicht erklärliche Ausnahmen abgerechnet, sich als eine sehr minime, ja vielfach kleinere erwies als bei manchen Quellwassern, obwohl die Verhältnisse, unter welchen letztere zur Untersuchung kamen, für die Quellenbeschaffenheit fast durchwegs günstige waren.

Bei den Versuchen über die Wirkung der Filtration hat sich herausgestellt, dass die Bakterien selbst durch Sandfilter, wenn auch nicht gänzlich, so doch in erheblicher Zahl zurückgehalten werden können.

5. Beschreibung der Quellen und Quellgebiete.

Bei der nun folgenden Beschreibung der Quellen und Quellgebiete wurden im Grossen und Ganzen die Untersuchungen von Herrn Dr. Bürkli, wie sie sich in seinem gedruckten Bericht von 1867 *) (S. 312—357) vorfinden, zu Grunde gelegt, dieselben aber in den wichtigern Fällen weiter ausgedehnt und einige neue Quellgebiete mit dazu genommen, von denen in jenem Bericht nicht die Rede ist.

Eintheilung der Quellgebiete.

I. Wäggithal:

1. Fläschlochquelle.
2. Hundslochquelle.

II. Oberstes Sihlthal-Gebiet:

1. Quellen bei Studen.
2. Quellen am Steuberig.
3. Quellen zwischen Stöcken und Willerzell.

III. Mittleres Sihl- und Lorze-Gebiet:

a) Lorzegebiet.

1. Quellen im Grund.
2. Obere Quelle im Sittli.
3. Untere Quellen im Sittli.
4. Quellen bei Lüthartigen.

b) Saarbachgebiet.

5. Quelle im Schwellbühl.
6. Quellen vom Saarbach.

c) Sihlgebiet, linkes Ufer.

7. Quellen im Boden bei Untersparen.
8. Quellen in der Haslauben.
9. Quellen gegenüber Suhner, beim Leiterli.
10. Quellen im Sihlsprung.
11. Quellen bei Hinterberg.
12. Quellen an der Neuheimerstrasse.

d) Sihlgebiet, rechtes Ufer.

13. Quellen im Sihlsprung rechts.
14. Quellen bei der Bodenrisi.
15. Quellen im Dürrenmooserried.
16. Quellen bei Brestenegg.

IV. Sihlwald- und Albisgebiet:

1. Quellen vom Birribodenbach.
2. Quellen im Hitzenmoos (Scheidbach).
3. Quellen im Häuliboden (Habersaatenbächli).
4. Quellen am Tugsteinkopf (Eichbach).
5. Quellen vom Bodmenriedbächli.
6. Quellen bei Unter-Rengg.
7. Quellen in der Stengelen.
8. Quellen im Erlenmoos.
9. Quellen bei Vogts (Ober-Albis).
10. Quelle bei Wildenbühl.
11. Quellen im Unter-Albis.
12. Quellen des Schweizertobels.

V. Linkes Ufer des Zürichsee's.

VI. Gebiet des Reppischthals und Törlersee's.

VII. Nordabhang der Albiskette:

1. Quelle im Loch bei Birmensdorf.
2. Quellen im Gloggenmoos.
3. Quellen in der Stierenmatten (Krebsbach).
4. Quelle im Miesli.
5. Quellen im Taubenmoos.
6. Quelle im Lenzelmoos.

VIII. Ostabhang des Dietikerbergs:

1. Quellen von Kindhausen.
2. Quellen von Schönenberg.
3. Quelle am Schlossrain (Kalter Brunnen).
4. Quelle im Röhrenmoos (Laubibrunnen).
5. Quelle beim Bollenhof.
6. Quellen im Fuhren.

IX. Rechte Seite des Limmatthales.

X. Gebiet des Furtthales:

1. Uribrunnen bei Regensdorf.

*) Ueber Anlage und Organisation städtischer Wasserversorgungen mit Aufstellung verschiedener Projekte für die Wasserversorgung der Stadt Zürich und diessfälligen Anträgen von A. Bürkli-Ziegler, städtischem Ingenieur. 1867.

2. Quelle im Bruderhof bei Buchs.
3. Quelle bei Dielsdorf.
4. Quelle an der Rappertshalde.

XI. Gebiet des Glattthals, rechte Seite:

a) Gebiet von Kloten.

1. Hundsbrunnen.
2. Riedbrunnen.
3. Entennest.
4. Goldenes Thor.
5. Brunnbach.

b) Gebiet von Opfikon.

6. Neubrunnen am Holberg.
7. Quellen im Tönli.
8. Dorfquelle in Opfikon.
9. Quellen zwischen Opfikon und Oberhausen.

c) Gebiet von Brüttisellen.

10. Quellen im Bächli.
11. Quellen in den Thonäckern.
12. Quelle bei der Eichmühle.
13. Quelle bei Baltensweil.
14. Neunbrunnen bei Baltensweil.
15. Dorfquelle in Dietlikon.
16. Quellen in Brüttisellen.
17. Quelle im Dorf Wangen.
18. Quelle bei den neuen Reben in Wangen.

d) Gebiet von Volketsweil.

19. Mühlebach bei Volketsweil.

XII. Gebiet des Kemptthals:

1. Quelle des Kühbachs.
2. Quelle südlich vom Dorf Fehraltorf.
3. Quelle des Friedlibachs.
4. Quelle bei der Burg.

XIII. Rechtes Ufer des Zürichsee's:

1. Gebiet des Hornbachs.
2. Gebiet des Küssnachterbachs.

I. Quellen im Wäggithal.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 8.)

Die Quelle im Wäggithal hat sich bis letztes Jahr wegen ihrer Ergiebigkeit, Reinheit und niedrigen Temperatur eines vorzüglichen Rufes erfreut. Im Bericht von Herrn Bürkli (S. 329 ff.) wird ihre Wassermenge bei kleinem Stand zu 45,000 *l* per Minute angegeben, ihre Temperatur zu 6,7°, ihre Härte zu 10°. Gestützt auf ein Gutachten von Herrn Professor Wislicenus vom März 1867 wird die Behauptung aufgestellt, das Wasser sei „durch seine Reinheit ausgezeichnet, und würde sich zu einer Versorgung in allen Hinsichten so vollkommen eignen, wie kaum eine Quelle irgend anderswo“. Die Gründe, warum man trotzdem damals glaubte von der Zuleitung dieses Wassers absehen zu müssen, lagen theils in den sehr beträchtlichen Kosten der Zuleitung, vorzüglich aber in den sehr schwierigen Rechtsverhältnissen jener Quelle. Dieselbe bildet nämlich den Hauptzufluss der Wäggithaler-Aa, im Winter und in trockenen Zeiten sogar fast den einzigen Zufluss; an diesem Gewässer befinden sich aber bis zu seiner Ausmündung in den obern Zürichsee verschiedene bedeutende Fabriksetablissements, von denen anzunehmen war, dass sie alle für den Entzug an Wasser entschädigt werden wollten; da dieselben im Gebiet des Kantons Schwyz gelegen sind, so liesse sich das zürcherische Expropriationsgesetz nicht auf sie anwenden und wären voraussichtlich sehr hohe Forderungen oder endlose Prozesse zu gewärtigen.

Die erweiterte Wasserkommission erachtete es als eine ihrer ersten Aufgaben, diese Verhältnisse im Wäggithal nochmals einer eingehenden Prüfung in jeder Richtung zu unterziehen. Die Wäggithalquellen sollten geologisch, chemisch und mikroskopisch untersucht, die Erwerbungs- und Zuleitungskosten festgestellt und die Rechtsverhältnisse durch einen hiesigen Juristen (Herrn Dr. Zuppinger) studirt werden. Das Resultat der ersten Art der Untersuchungen erwies sich total anders, als erwartet worden war.

Wie schon im Bericht von Herrn Bürkli erwähnt, sind im hintern Wäggithal zwei Hauptquellen, das *„Fläschloch“* gegenüber dem Badetablissement, und das *„Hundsloch“*, ungefähr 2000 *m* weiter oberhalb desselben, beide auf der rechten Thalseite befindlich. Das „Hundsloch“ liefert zu gewissen Zeiten ausserordentlich viel Wasser, zu andern Zeiten ist es ganz trocken, muss somit ausser Betracht fallen.

Ueber diese Quellen und ihre Sammelgebiete sind in den Tagen vom 12. bis 16. August 1884 durch Herrn Professor Heim einlässliche Untersuchungen angestellt worden. Ausserdem hat eine Spezialkommission, bestehend aus den Herren Cramer, Bürkli, Burkhard und Pestalozzi an Ort und Stelle Einsicht genommen. Es ergab sich hierbei:

1. Die Fläschlochquelle schwankt sehr stark und rasch mit der Witterung. Die Verzögerung vom starken Regenfall bis zum Hochwasser an der Quelle beträgt höchstens 8—12 Stunden. In wenigen Stunden kann die Quelle auf den sechsfachen Ertrag springen. Im Februar 1882 war durch Herrn Stadtingenieur Burkhard ein Quantum von bloss 5800 *l* gemessen worden, während am 15. August 1884 dasselbe auf wenigstens 240,000 *l* anstieg. Der uns bekannte niedrigste Stand verhält sich also zum höchsten mindestens

wie 1 : 40. Keine gute Quelle mit ordentlicher Filtration zeigt so starke Schwankungen. Der Niederstand beträgt bloss etwa 1/3 des Bedarfs von Zürich.

2. Das Wasser dieser Quelle erleidet beim Durchlaufen der obersten Gesteinsschicht (des stark zerklüfteten und durchlöcherten Schrattenkalkes) gar keine Filtration. Das Sammelgebiet ist schmutzige Viehweide, von welcher der Viehmist bei jedem starken Regenguss mit dem Wasser, das die Quelle speist, in die Gesteinsklüfte eingespült wird. Es konnte dieses durch den blossen Augenschein, trübbraune Farbe, Geruch und Geschmack des Wassers leicht wahrgenommen werden.

3. An eine Reinhaltung durch tiefe Fassung ist nicht zu denken, da die Verunreinigung nicht aus der Nähe der Quelle, sondern von einem grossen Theil der Sammelfläche herrührt.

Auch durch die chemische Analyse wurde die ungünstige Qualität des Wassers bestätigt. Schon von Proben, die am 27. Juli erhoben wurden, zu einer Zeit, da die Verunreinigung noch nicht so augenscheinlich war, wurde aus der Anwesenheit von freiem und albuminoidem Ammoniak und andern Substanzen der Schluss gezogen, dass das Wasser aus dem Fläschloch nicht als Trinkwasser erster Klasse bezeichnet werden könne. Von den später gefassten Proben erschienen verschiedene dermassen verunreinigt, dass sie als Trinkwasser absolut unzulässig erscheinen müssen. — Auch die mikroskopische Prüfung durch Herrn Professor Cramer lieferte keine günstigen Resultate über die Qualität des Wassers; es fand sich eine grosse Menge von Detritus und Spaltpilzen (Bacillen), auch andere Substanzen, wie verschiedene Thierchen und Leichen von solchen, Algen u. drgl. vor.

Wenn zu andern Jahreszeiten, wie namentlich im Winter bei tiefer Schneedecke, das Wäggithaler-Wasser sich als sehr rein, ja als vorzüglich erweist, so hebt dieses sein schlechtes Verhalten im Sommer und nach Regen nicht auf, und der Schluss aller Herren Experten lautet übereinstimmend dahin, dass dieses Wasser für eine Versorgung von Zürich absolut unbrauchbar wäre.

Die Messungen über den Ertrag der Quelle sind vom Oktober an regelmässig fortgesetzt worden. Am 30. November war derselbe auf 12,800, am 25. Januar 1885 auf 11,400 Minutenliter hinuntergegangen, was weit unter dem Bedürfniss liegt, so dass auch aus diesem Grunde an eine Benutzung für Zürich nicht mehr gedacht werden kann.

Unter diesen Umständen wurde das weitere Studium der Rechtsverhältnisse, das übrigens günstiger als erwartet sich gestaltet hatte, als überflüssig abgebrochen.

II. Quellen im obersten Theil des Sihlthales.

(Studen bis Schindellegi.)

Im obersten Lauf der Sihl im Gebiet des Kantons Schwyz liegen mehrere Quellen und Quellgruppen von ziemlicher Ergiebigkeit, auf welche die Wasserkommission zum Theil von dritter Seite her aufmerksam gemacht worden ist und deren Verhältnisse sie zu studiren beschlossen hat.

1. *Quellen bei Studen.* Etwa 1 Kilometer oberhalb Studen liegen im Eigenthum der Oberallmeinds-Korporation Schwyz zwei grosse und ein kleineres Quellbecken im Schuttboden, aus denen zusammen gegen Anfang September 1884 etwa 30,000 Liter per Minute ausflossen, Mitte November noch gegen 22,200 und im März 1885 noch 18,000 Liter. Eine genauere Prüfung hat aber bald zu der Ueberzeugung geführt, dass die Quellen von Studen nur das Wiedererscheinen der etwas weiter oben vollständig versickernden Sihl sind, und dass weder auf genügende Filtration, noch auf gleichmässigen Ertrag gezählt werden darf. Dazu gesellen sich schwierige Expropriationsverhältnisse, schwierige Fassung und Zuleitung bei einer Entfernung von 45 Kilometer Länge. Es ist unter diesen Umständen selbstverständlich, dass die Herleitung der Quellen von Studen in keiner Weise befürwortet werden kann.

2. Die *Quellen am Steuberig,* auf welche die Wasserkommission von Einsiedeln aus aufmerksam gemacht worden ist, haben sich als ganz bedeutungslose kleine Aussickerungen ergeben.

3. *Quellen zwischen Stöcken und Willerzell.* Am linken Rand der Sihlthalebene, von Rüti über Steinbach gegen Willerzell, treten eine Anzahl Quellen hervor, die beim ersten Besuch am 8. September 1884 auf einen ziemlich beträchtlichen Ertrag, zusammen bis 10,000 Minutenliter, hoffen liessen. Die obern dieser Quellen fliessen aus klüftigem Nummulitenkalk aus und werden von Flyschschiefer als undurchlässiger Unterlage gehalten, die untern kommen aus der miocänen Nagelfluh oder zum Theil aus dem Grundwasser.

Die Gesammtmenge des in dieser Gegend erhältlichen Wassers sank nach den Messungen vom November auf 2660 Minutenliter. Wenn sich nun auch dieses Quantum durch sorgfältigere Fassungen noch sollte steigern lassen, so ist es doch viel zu gering, um für eine Wasserversorgung von Zürich (bei der Distanz von 40 *km*) in Betracht zu kommen, weshalb auch von nähern chemischen und mikroskopischen Untersuchungen Umgang genommen wurde.

III. Quellen im mittlern Sihl- und im Lorzegebiet.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 6.)

Das Terrain auf beiden Seiten der Sihl von der Schindellegi abwärts bis zur Sihlbrücke bei Hirzel ist für eine Quellenbildung höchst günstig. Mächtige Hügelzüge

aus Moränenschutt reihen sich aneinander; dieselben liegen an oder über Nagelfluhschichten, unter welchen sich die undurchlässige Grundmoräne oder die Molasse ausbreitet.

Die Quellen dieses Gebietes lassen sich in vier Gruppen theilen.

a) Quellen des Lorzegebietes.

Nördlich vom Gubel bis zum Edlibach beim Dorf Menzingen besteht das Terrain aus diluvialem Sihlkies auf thoniger Grundmoräne, auf welcher in der Nähe des genannten Baches eine Reihe schöner und grösstentheils reiner Quellen zu Tage kommen. Die wichtigsten sind:

1. Die *Quellen im Grund,* 819 *m* über Meer, in zahlreichen Mündungen austretend. Dieselben hielten Anfangs Oktober 1884 zusammen 370 Liter bei 9,2⁰ Wärme, den 13. November noch 110 Liter, welches Quantum durch richtige Fassung wohl etwas vermehrt werden dürfte.

2. Die *obere Quelle im Sittli,* 795 *m* über Meer, sieht sehr gut aus, und hielt bei der Messung am 2. September 470, am 12. November 180 Liter bei 9,6⁰ Wärme. Einer möglichen Verunreinigung durch ein oberhalb befindliches Gehöfte dürfte leicht zu begegnen sein.

3. Die *untern Sittliquellen,* unter dem Sittliwald nahe dem Edlibach ausbrechend, lieferten im September gegen 3000, im November 800 Liter, und dienen zum Theil zur Versorgung des Lehrschwesterninstituts Menzingen. Einige andere, etwas weiter thalaufwärts gelegene Quellen hielten im September 460, im November 380 Liter.

4. Die *Quellen von Lüthartigen* entspringen in einem Moränebecken in 710—720 *m* Meereshöhe; ihr Gesammtertrag belief sich im September auf 1100, im November noch auf 315 Liter bei 9,6⁰ Temperatur. Eine dieser Quellen müsste durch bessere Fassung vor Verunreinigung durch den Weiler gesichert werden, die andern haben reineres Sammelgebiet.

Alle genannten Quellen des Lorzegebiets hatten schon Mitte März 1885 wieder eben so viel Wasser wie im September 1884.

Unten an der Lorze treten viele schöne Quellen zu Tag, die aber zu tief liegen, um für Zürich verwerthbar zu sein.

b) Quellen am Saarbach (Sihlgebiet).

Das Saarthal mit dem Saarbach windet sich durch lauter Moränenhügel hindurch, an deren Fuss zahlreiche Quellen, meist ohne sichtbaren Zufluss, ausbrechen. Die Hauptquelle ist:

5. Die *Quelle vom Schwellbühl,* in einer hohen Seitennische auf 680—690 *m* in einem Torfbecken entspringend, tuffbildend, in Bezug auf Reinheit, wenn gefasst, jedenfalls unverdächtig. Ihr Ertrag war im September 630, im November 450, im März wiederum 630 Liter.

6. Die *übrigen Saarbachquellen,* ober- und unterhalb des Zuflusses vom Schwellbühl sind einzeln nicht zu messen; der ganze Bach unterhalb der Saarmühle hielt indessen im September über 4000, im November 2250 Liter lauter Quellwasser, und es ist nicht zu zweifeln, dass aus dem Saarbachgebiet bei guter Fassung zu allen Zeiten mindestens 2500 Liter Quellwasser gewonnen werden können.

c) Quellen am linken Sihlufer.

Das Sihlbett enthält oft Lehm der Grundmoräne, hie und da Molasse, die Wände sind löcherige Nagelfluh oder Moränen, aus denen die Quellen hervorsprudeln, und zwar auf der linken Seite:

7. *Quellen am „Boden“ bei Unter-Sparen* am Fusse des Hohen Rhonen, tuffbildend, 15—30 *m* über dem Sihlbett. Die Hauptquelle lieferte fast vollständig konstant 157 Liter bei 9,9⁰ Wärme. Das gesammte Quelllokal ergibt ungefähr das Doppelte.

8. *Quellen in den Haslauben,* tuffbildend, 5—8 *m* über der Sihl, führten im September 700, im November 340 Liter bei 10⁰ Wärme; sie werden wahrscheinlich zum Theil vom Finstersee gespiesen.

9. *Quellen gegenüber Suhner beim Leiterli;* dieselben hatten im November eine Gesammtmenge von 160 Liter.

10. *Quellen im Sihlsprung* fliessen über fetten Glacialthon am Fuss der hohe Wände bildenden Nagelfluh heraus. Die drei Hauptquellen hielten im November 630 Liter bei 10,3⁰ Temperatur. Der Ertrag, wenig schwankend, war im März noch nicht merklich gestiegen, die Temperatur noch nicht gefallen. Sammelgebiet für die Reinheit sehr günstig.

11. *Quellen gegenüber Sihlmatt bei Hinterberg,* sehr schwer zugänglich, ergaben im November ein Gesammtquantum von 1780, im März 770 Liter.

12. *Quellen an der Neuheimerstrasse* oberhalb der Sihlbrücke rieseln in grosser Zahl heraus und bilden Tuff; im November hielten sie zusammen noch 380 Liter. Ueber denselben liegt mächtiger Gletscherschutt, der genügende Reinigung sichert.

d) Quellen am rechten Sihlufer.

13. *Quellen im Sihlsprung,* rechte Seite, im September 200, im November 290 Liter haltend.

14. *Quellen bei der Bodenrisi,* mit 200 Liter im September, 170 Liter im November, in halber Höhe unter bewaldetem Gehäng austretend.

15. *Quellen im Dürrenmooserried,* im September 500, im November 380 Liter ertragend, günstig aus Kies über Molasse austretend, wahrscheinlich der Vermehrung fähig.

16. *Quellen unter Brestenegg* (Hirzel) mit 100 Liter Ertrag im September, 60 Liter im November.

Als *Gesammtertrag aller dieser Quellen im Sihl-Lorzegebiet* ergab sich bei den Messungen:

	1.—3. Sept.	10.—13. Nov.
a) Lorzegebiet … …	5400 Liter.	1785 Liter.
b) Saarbachgebiet … …	4000 „	2550 „
c) Sihl, linkes Ufer …	4000 „	3505 „
d) Sihl, rechtes Ufer …	1000 „	900 „
Total	14400 Liter.	8740 Liter.

Kleinere Quellen im Ertrag von 10—50 Liter finden sich hie und da dazwischen und könnten mitgewonnen werden, so dass sich der Ertrag noch vermehrt. Für ganz kleinen Wasserstand dürften sich obige Zahlen immerhin noch bis auf 5—6000 Minutenliter erniedrigen.

In Bezug auf die chemische Beschaffenheit wurde das Wasser der Quellen Nr. 2 (Sittli), 5 (Schwellbühl), 8 (Haslauben), 10 (Sihlsprung, links), 12 (Neuheimerstrasse) untersucht und dabei gefunden, dass dieselben sämmtlich ziemlich hart sind (23,87—27,37^0), also als Brauchwasser nicht sehr geeignet, wohl aber als Trinkwasser gut brauchbar. Die Proben von Haslauben und Schwellbühl zeigten sich weniger rein, weil mehr Gehalt an organischen Substanzen, freiem und albuminoidem Ammoniak aufweisend, als diejenigen vom Sittli und Sihlsprung; indessen ist nicht zu übersehen, dass die Schwellbühlquelle aus dem Grund eines Torfbeckens verdeckt herauskommt und ihr Wasser erst weiter unten im Ablauf gefasst werden konnte.

Mikroskopisch wurden von diesen Quellen untersucht Nr. 2 (Sittli), 4 (Lüthartigen), 8 (Haslauben), 15 (Dürrenmooserried) und dabei die erste, dritte und vierte in Bezug auf Bakteriengehalt ziemlich rein befunden (am reinsten Haslauben mit 112 per cm^3), wogegen die Quelle von Lüthartigen einen Gehalt von 8561 aufwies, was auf die Verunreinigung durch den unmittelbar darüber liegenden Weiler zurückzuführen ist und durch Fassung oberhalb desselben verbessert werden kann.

IV. Quellen im untern Sihlgebiet.

(Sihlwald und Albiskette.)

Die Quellenverhältnisse im städtischen Sihlwald verdienen besondere Beachtung, weil sich diese Quellen bereits im Besitz der Stadt befinden und weil für sie durch den Fortbestand der Waldungen grosse Gewähr für Reinheit geboten ist.

Herr Stadtforstmeister Meister liess den letzten Sommer und Herbst hindurch vielfache Wassergrabungen vornehmen und unterstellte die sämmtlichen Wasserläufe einer längern Beobachtung, deren Resultat er in einem einlässlichen Bericht dem Stadtrath übermittelte.

Die topographische und geologische Gestaltung des Sihlwaldgebietes ist der Quellenbildung nicht günstig. Steile, mit Erosionstrichtern durchfurchte Bergabhänge nöthigen die Niederschläge zu raschem oberflächlichem Abfluss, und es lässt der in der Regel nur mit einer dünnen Schuttschichte, meist aber mit zähem, undurchlässigem Lehmboden überdeckte Molassefels Quellen von irgend welcher Bedeutung und Beständigkeit nicht aufkommen. So erklärt es sich, dass von den 37 Bächen, welche das Niederschlagswasser aufnehmen, zu Ende Oktober 1884 25 ganz oder fast ganz trocken lagen. Auf wenigen Strecken, wo die Moränenüberlagerung zu etwas grösserer Mächtigkeit ansteigt, zeigen sich anhaltende Quellen; sie sind aber entweder sehr zerstreut oder so geringfügig, dass deren Fassung und Zusammenleitung mit unverhältnissmässig grossen Kosten verbunden wären. Als solche zeigen sich:

1. Die *Quellen vom Birribodenbach,*

2. Die *Quellen im Hitzenmoos* (Scheidbach),

3. Die *Quellen im Häuliboden* (Habersaatenbächli),

welche in der grossen Zahl von 30 zusammen bloss 190 Liter per Minute lieferten.

7. Die *Quellen in der Stengelen,* und

8. Die *Quellen im Erlenmoos*, beide Gruppen am rechten Sihlufer gelegen, sind ganz unbedeutende Aussickerungen von zusammen kaum 60 Liter (im November).

Einzig könnten für Fassung und Ableitung in Frage kommen:

4. Die *Quellen am Tugsteinkopf und am Spinnerweg,* im Ganzen 12, welche ziemlich nahe bei einander entspringen und nach anhaltender Trockenheit im November bei 225 Minutenliter aufweisen, welcher Ertrag sich durch gute Fassung auf 250 Liter steigern dürfte.

5. Die *Quellen vom Bodmenriedbächli,* und

6. Die *Quellen von Unter-Rengg,* welche nach ihrer Vereinigung den *Tobelbach* bilden, hielten im November 300 Liter. Dieselben liegen nicht mehr im städtischen Waldgebiet, sondern im benachbarten Wiesland, das aber leicht zu aquiriren und zu bewalden wäre.

Der chemische Befund erstreckte sich auf die unter Nr. 4, 5 und 6 erwähnten Quellen, und lautet auf ein brauchbares Trinkwasser von guter Qualität; die Härte ist ziemlich bedeutend (29,50^0—34,50^0) und lässt diese Quellen als Brauchwasser ungeeignet erscheinen. Das Wasser von Unter-Rengg zeigte etwas starke Reaktion auf Salpetersäure und Chloride.

Weiter abwärts im Sihlthal finden sich noch einige bessere Quellen, nämlich:

9. Die *Quellen bei „Vogts“* am Ober-Albis, die in ihrer Gesammtheit den Bach bei Striempel bilden und am 13. November 155 Liter aufwiesen.

10. Die *Quelle oberhalb Wildenbühl* zunächst oberhalb der Albisstrasse, mit 56 Liter.

11. Die *Quellen beim Unter-Albis,* zusammen 100 Liter haltend.

12. Die *Quellen des Schweizertobels* etc. oberhalb Waldi gehören einem nach seiner Beschaffenheit vortrefflichen Sammelgebiete (Schattliwald auf der Höhe des Albis) an, und würden gefasst und zusammengeleitet ca. 160—180 Liter ergeben. Die Gemeinde Enge hat sich schon eingehend mit dem Studium dieser Quellen befasst, und bereits Schritte zu deren Erwerbung gethan.

Das Wasser aus den Quellen 9, 11 und 12 ist auch in chemischer Beziehung untersucht und ebenfalls als Trinkwasser guter Qualität befunden worden.

Mikroskopische Untersuchungen fanden mit Bezug auf die Quellen Nr. 4, 6, 9 und 11 statt um den 20. Januar 1885 bei starkem Frostwetter; dieselben lieferten sehr günstige Resultate, bloss 9—36 Bakterien per cm^3.

V. Quellen über dem linken Ufer des Zürichsees.

Von dem Höhenzug, der sich zwischen dem Zürichsee und der Sihl parallel dem erstern hinzieht, ist mit Bezug auf Quellen für die Stadt Zürich nichts zu erwarten. Bis Wollishofen oder Kilchberg ist das Gebiet überhaupt so wenig ausgedehnt, dass von irgend welcher Quellenbildung kaum die Rede sein kann. Weiter oberhalb kommen allerdings Quellen vor; das Wasser derselben ist aber bereits für den Bedarf der stark bevölkerten Ortschaften des Zürichsees dermassen in Anspruch genommen, (auch für industrielle Zwecke), dass nichts mehr disponibel bleibt.

Gehen wir bis zur *Schindellegi* hinauf. Dort deutet der geologische Bau der Umgebung darauf hin, dass einst die Sihl sich in jener Gegend gegen den Zürichsee hin ergoss. Das alte Sihlthal ist mit Gletscherschutt eingedeckt und die Sihl durch die Moränen vom See abgelenkt worden. Sehr wahrscheinlich befindet sich in dem zugeschütteten alten Sihlthal ein grosser Quellenlauf, dem ein weites Sammelgebiet bis über Einsiedeln und Studen hinauf angehört. Die Quellen münden jetzt am Grund des Zürichsees aus. Wenn dieser Quellenlauf, der noch keinen Besitzer hat, in genügender Höhe aufgefunden werden könnte, so wäre wohl die Frage einer Quellwasserversorgung für Zürich in schönster Weise gelöst. Allein nur sehr weitläufige, kostspielige und zeitraubende Grabarbeiten könnten Aufschluss darüber geben, ob der Quelllauf aufzufinden ist, und eine Menge von Umständen sind denkbar, welche das Experiment vereiteln könnten (vergl. Spezialbericht Nr. 6.)

VI. Quellen im Gebiet des Reppischthals und des Törlersees.

Das Gebiet des Reppischthales von Stallikon aufwärts bis zum Törlersee nebst den Zuflüssen des letztern ist schon 1867 von Herrn Dr. Bürkli in seinem Bericht (S. 320 ff.) für eine Wasserversorgung von Zürich in's Auge gefasst worden. Es handelt sich hierbei indessen in der Hauptsache nicht um Quellwasser; der Boden ist auch zur Bildung grösserer Quellen nicht geeignet, da die obersten Schichten aus Molasse bestehen, auf welcher nur wenig Gletscherschutt abgelagert ist, so dass das Regenwasser grösstentheils oberflächlich abfliessen muss. Es hätte sich beim Projekt des Herrn Bürkli im Gegentheil darum gehandelt, dieses oberflächlich abfliessende Wasser in grossen offenen Reservoirs zu sammeln und von ihnen aus in die Stadt zu leiten, um dort als Brauchwasser verwendet zu werden. Da indessen die Qualität dieses Oberflächen-Wassers zum Trinken viel geringer ist, als die des Seewassers, so hielt es die Kommission für überflüssig, weitere Untersuchungen über dieses Gebiet anzustellen.

VII. Quellen am Nordabhang der Albiskette.

(Albisriederberg.)

Die am Albisriederberg zu Tage tretenden Wasserläufe nehmen ihren Abfluss theils direkt in die Limmat (bei Altstetten, Schlieren u. s. w.), theils sammeln sie sich im Schäflibach bei Ober- und Nieder-Urdorf, theils fliessen sie in die Reppisch (bei Birmensdorf). Auch die schon in der Albisriederleitung der Stadt als Trinkwasser zugeführten Quellen gehören diesem Gebiet an. Indessen ist dieser ganze Bergausläufer bis gegen Birmensdorf und hinter dem Uetliberg an eigentlichen Quellen sehr arm; die ganze zu Tage tretende Wassermenge ist bei einer Messung vom 27. Oktober 1884 nur zu 700 *l* gefunden worden, wovon noch etwa 230 *l* von sehr zweifelhafter Qualität sind. Dass durch Nachgrabungen im Innern ein viel grösseres Quantum Wasser erwartet werden könne, ist nach der geologischen Beschaffenheit des Gebietes nicht zu erwarten. Eine Benutzung dieser Quellen zu einer vollständigen Wasserversorgung ist ihres geringen Ertrages wegen von vorneherein ausgeschlossen; dagegen liessen sich einige der ergiebigern Quellen zu einer Ergänzung des Trinkwassernetzes benutzen.

Die allenfalls hierfür in Betracht zu ziehenden Quellen sind:

1. *Quelle im Loch bei Birmensdorf,* nach der Messung vom 29. November 1884 204 *l* haltend, im März 1885 bloss 150 *l*, 9,8° warm.

2. *Quellen im Gloggenmoos,* welche das Vogelsangbächli speisen und im November zusammen 125 *l* führten, im März aber schon auf 250 *l* angestiegen waren.

3. Die *Wasserläufe in der Stierenmatten,* Ursprung des Krebsbaches, der am 27. Oktober 230 *l* führte, können wegen des rietartigen Charakters des Sammelgebietes und der starken Düngung desselben nicht in Betracht fallen.

4. *Quelle im Miesli,* im Oktober von 31 *l* und 8,0 Temperatur.

5. *Quellen im Taubenmoos,* zwei an der Zahl, zusammen 94 Liter ergebend bei 9,6 ^{0} Wärme.

6. *Quelle im Lenzelmoos* zwischen Urdorf und Schlieren, mit 16 Liter und 8,2 ^{0} Temperatur.

Auf das Wasser des Mühlebaches von Schlieren, des Emmetbachs, Hubbachs und Breitloobachs bei Albisrieden kann wegen anderweitiger Inanspruchnahme nicht gerechnet werden.

Die chemische Beschaffenheit der Quelle No. 1 ist günstig, ebenso das Resultat der im Januar 1885 vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung.

VIII. Quellen am Ostabhang des Dietikerberges.

Am Ostabhang des Dietikerberges zwischen Dietikon und Spreitenbach finden sich mehrere aus durchlassendem Kiesboden bestehende Terrassen, in welchen das Wasser versickern, aber weiter unten wieder in Quellen zu Tage treten kann. Die oberste Terrasse enthält den kleinen Egelsee und als dessen Verlängerung die sumpfige Seematte. Der Ablauf des Sees kann nicht als Quellwasser betrachtet werden, dagegen treten weiter unterhalb desselben, beim „Bollenhof“ Quellen zu Tage, die nachweisbar von der Versickerung des Sees gespiesen werden. Ueberhaupt kommen in diesem Gebiet folgende Quellen in Betracht:

1. Die *Quellen von Kindhausen,* drei an der Zahl, zwischen 580 und 590 *m* Meereshöhe gelegen.

2. Die *Quellen in Mittel- und Oberschönenberg,* in trockenen Zeiten sehr unbedeutend.

3. Die *Quelle am Schlossrain,* auch „Kaltenbrunnen“ genannt, in ca. 690 *m* Meereshöhe in Waldboden ausbrechend.

4. Die *Quelle im Röhrenmoos,* genannt „Laubibrunnen“, entspringt mitten im Wald auf 590 *m* Höhe und ist der Ursprung des Baches, der zu den Mühlen in Spreitenbach abgeleitet ist.

5. Die *Quelle beim Bollenhof* unterhalb des Gehöftes dieses Namens auf etwa 590 *m.*

6. Die beiden *Quellen im Fuhren,* nördlich vom Bollenhof.

Ueber diese Quellen sind eine ziemliche Anzahl Messungen des Ertrages und der Temperatur und ebenso chemische und mikroskopische Untersuchungen angestellt worden; dieselben geben indess noch kein abschliessendes Bild, sondern müssen erweitert werden. Im Ganzen scheint es, dass in trockensten Zeiten etwa 700 Liter gutes Quellwasser aus dieser Gegend gewonnen werden können. Für eine gesammte Wasserversorgung ist dieses Quantum viel zu gering, wohl aber wären diese Quellen zu einer Vermehrung der Trinkbrunnen verwendbar.

IX. Quellen auf der rechten Seite des Limmatthales.

Auf der rechten Limmatthalseite finden sich sehr wenige Quellen, die wenigen vorhandenen sind benutzt (für Wipkingen, Höngg u. s. w.). Die Quelle oberhalb Weiningen, welche in den dortigen Mühleweier führt, dessen Ablauf die Mühle treibt, hatte im November 1884 bloss 216 *l*; ein anderer, mehr östlich gelegener Zufluss war vollständig trocken.

X. Quellen im Furtthal vom Katzensee abwärts.

Am Südabhang der Lägern lässt sich an Quellwasser nicht viel erwarten, da der zu Grunde liegende Muschelsandstein Alles bis in unbekannte Tiefen versinken lässt. Das wenige wirklich Vorhandene ist theils verunreinigt, theils von Otelfingen, Boppelsen u. s. w. benutzt. Zu erwähnen sind bloss weiter thalaufwärts:

1. Der *Uribrunnen* oberhalb Regensdorf in 510—520 *m* Höhe, nebst den auf die dortige Mühle abgeleiteten und derselben als Eigenthum gehörenden Quellen. Bei ganz unzureichender Fassung flossen daselbst am 26. November 272 Liter aus; durch gute Fassung, Drainirarbeiten u. s. w. liesse sich der beständige Ertrag auf vielleicht 300 *l* steigern.

2. Die *Quelle im Bruderhof oberhalb Buchs* tritt aus einer Spalte im Lägernkalkstein und hat ihr Sammelgebiet ganz im Wald. Das Quantum wurde sonst zu 1000 Liter geschätzt, eine im November vorgenommene Messung ergab aber bloss 216 *l.* Ein Theil dieses Wassers wird von der Gemeinde Buchs zur Wasserversorgung verwendet, während der grössere Theil eine Sägemühle treibt. Sie könnte in etwa 540 *m* Höhe gefasst werden, wäre aber voraussichtlich schwer erhältlich.

3. Schon dem Glattthale zufliessend treffen wir nördlich von Dielsdorf den *Weierbrunnen* und den *Neunbrunnenbach,* jeder etwa 200 *l* haltend, aber im Privatbesitz und in Bezug auf Reinheit des Sammelgebietes keineswegs unverdächtig.

4. Ebenfalls zum Glattgebiet gehört die *Rappertshaldenquelle* oberhalb Oberhasli, von einigen 100 Minutenlitern, von Oberhasli benutzt und nicht erhältlich.

Südöstlich von Regensdorf über Affoltern bei Höngg gibt es keine grössern Quellen, die wenigen kleinern sind benutzt.

XI. Quellen im Glattthal. (Rechte Seite.)

(Vgl. Spezialbericht Nr. 6.)

Zwischen den Thälern der Glatt und der Kempt befindet sich eine ausgedehnte Hochfläche, die aus starken Kies- und Moräneablagerungen besteht. Letztere bilden die durchlassende Schichte für das Wasser, das am Fuss der Abhänge über Glaciallehm oder Molasse in theilweise reichlichen Quellen zu Tage tritt.

Die sehr zerstreut auseinander liegenden Quellen dieses Gebietes lassen sich in vier Gruppen zusammenfassen, welche kurz beschrieben werden sollen.

a) Quellen von Kloten.

Die erste Gruppe liegt zwischen Kloten und Niederrüti nahe der Strasse nach Bülach. Die bedeutendsten Quellen sind:

1. Der *Hundsbrunnen*, ca. 250 *m* seitwärts der Strasse, mit einem Ertrag von 315 Liter am 10. Oktober 1884, 150 *l* im November 1865. Das Sammelgebiet dieser Quelle reicht zu den Häusern von Niederrüti hinauf und ist starker Verunreinigung durch die dortigen Abwasser ausgesetzt, gegen welche keine Abhülfe möglich ist. Von ihrer Verwendung muss somit abgesehen werden.

2. Der *Riedbrunnen*, weiter nach Südosten gelegen zeigt im Sammelgebiet etwas günstigere Verhältnisse, war indessen im November 1884 (wie schon 1865) ganz ohne Wasser und fällt daher gleichfalls ausser Betracht.

3. Das *Entennest*, noch weiter südöstlich, ist ähnlich situirt; das Sammelgebiet besteht aus Wald und etwas Düngäckern. Der Ertrag dieser Quelle war im November 250 Liter, die Temperatur 10,5⁰.

4. Das *Goldene Thor*, ein 3 *m* tiefes Quellbecken, führte im November gegen 900 Liter bei 10,6⁰ Wärme. Nach nasser Zeit schwillt es rasch ziemlich stark an. Bezüglich Reinheit ist diese Quelle nicht über allen Verdacht erhaben, da im Sammelgebiet nebst Wald auch viele Düngäcker vorkommen und jedenfalls noch Zuzüge aus dem Klotener-Grundwasser sich dem Quellwasser beimengen. Durch Fassung höher oben im Wald könnte nur ein kleiner Theil dieser Quellen rein erhalten werden. Ferner weist die hohe Temperatur auf grosse Tiefe hin, so dass es sehr fraglich wird, ob bei rationeller Fassung noch das nöthige Gefäll zur Ableitung vorhanden wäre.

5. Der *Brunnbach*, mit einem Ertrag von 1400 Litern im Oktober, 520 im November, 2140 im März, ist vorwiegend Grundwasserquelle, die sich nach dem Sammelgebiet, auf welchem das Dorf Kloten steht, wie nach den chemischen Analysen als unbrauchbar erweist.

b) Quellen von Opfikon.

6. Der *Neubrunnen am Holberg* besteht aus zwei Quellen, die im Oktober zusammen 80 Liter hielten; ihr Sammelgebiet ist Aecker und Wiesen, aber das Wasser kann sich vor dem Austritt genügend durch Kiesschichten filtriren.

7. Die *Quellen im Tönli* haben ebenfalls ein sehr gutes Sammelgebiet und können als rein gelten. Im November ertrugen sie 450, im März 365 Liter bei 10,5⁰ Wärme.

8. Die *Dorfquelle von Opfikon* quillt aus löcheriger Nagelfluh am Fuss des Steilrandes hervor, hat aber das Dorf Opfikon mit allen seinen Abwassern, Jauchegruben, Miststöcken u. s. w. direkt über sich und kann daher kein reines Wasser liefern. Vielleicht gelänge die Reinfassung durch Anlegung eines Stollens bis hinter das Dorf. Das Quantum dieser Quelle betrug im November 625 Liter bei 10,2⁰ Wärme.

9. Eine Reihe kleinerer *Quellen zwischen Opfikon und Oberhausen*, 5 bis 20 Liter haltend, entsprechen in ihren Verhältnissen den in No. 7 erwähnten.

c) Quellen von Brüttisellen und Umgegend.

Unter diesem Namen begreifen wir eine Reihe von Quellen, die zwischen den Ortschaften Bassersdorf, Baltensweil, Dietlikon, Brüttisellen und bis in's Dorf Wangen zerstreut liegen, nämlich:

10. Die *Quellen im Bächli*, südöstlich von Bassersdorf, im Oktober 200 Liter haltend bei 11,6⁰ Wärme.

11. Die *Quellen in den Thonäckern*, mit fast gleich grossem Ertrag. Beide Quellengruppen kommen am Fuss des Hügelgebietes hervor und sind vor andauernder Verunreinigung gesichert.

12. Die *Quellen bei der Eichmühle* zwischen Bassersdorf und Dietlikon, mit 600 Liter Ertrag im November, 2340 im März, treten aus flachen, der Düngung unterzogenen Wiesen hervor und erhalten noch Zuflüsse vom Dorf Bassersdorf; ihr Wasser ist daher als verdächtig zu bezeichnen.

13. Die *Quelle bei Baltensweil*, stark schwankend, 1865 versiegt, erhält ihr Wasser unter den Gehöften des Dorfes durch und könnte für eine Verwendung nicht in Betracht kommen.

14. Der *Neunbrunnen*, welcher vereint mit der Baltensweilerquelle und den Eichmühlequellen die Riedmühle bei Dietlikon treibt, entspringt ebenfalls in flachen, ringsum gedüngten Wiesen. Indessen scheint die Hauptmenge des Wassers aus Waldgebiet zu stammen und sollte sich durch leichte Fassungsarbeiten von den unreinen Zuflüssen trennen lassen. Der Gesammtertrag des Neunbrunnens betrug im November noch 1740 Liter, die Temperatur 10,5⁰.

15. Die *Dorfquelle bei Dietlikon* befindet sich dicht

unter dem Friedhof und den Gehöften des Dorfes und muss gänzlich ausser Betracht fallen.

16. Die *Quellen von Brüttisellen* sammeln sich zu einem starken Quellbach, der durch's Dorf Brüttisellen fliesst. Sein Ertrag schwankt nicht stark. Im November betrug er noch 1150 Liter bei 11,8° Wärme. Der Quelllauf wird allerdings in der Nähe des Dorfes durch Mistgruben, Jauchetröge, Wiesendüngung u. s. w. ziemlich verunreinigt, doch liegt der grösste Theil des Sammelgebiets im Wald und es sollte unschwer möglich sein, das Wasser höher oben abzufangen, wo es von Verunreinigungen noch frei ist.

17. Die *Quelle im Dorf Wangen* nahe hinter der Kirche, gegenwärtig für die Dorfbrunnen und eine Seidenzwirnerei benutzt, hatte im November ein Quantum von 650 Liter und 10,6°.

18. Die *Quelle unter den neuen Reben* am östlichen Ende des Dorfes Wangen speist den Fabrikweiher der grossen Seidenzwirnerei und ergab einen Ertrag von 1160 Liter bei 10,2° Wärme. — Die Sammelgebiete beider Wangenerquellen sind sehr günstig, löcherige Nagelfluh mit darüber liegender Moräne bilden rasch ansteigend eine Hochfläche, das Dorf liegt am Fuss der letztern ganz ausserhalb des Sammelgebietes; wenn auch Wiesen und Aecker über den Quellen liegen, so ist von Düngung nichts zu befürchten, da sich das Wasser durch genügend mächtige Schichten filtriren kann. Andauernde Infektionsherde kommen nirgends vor, die Schwankungen im Ertrag sind sehr gering und somit sind die Verhältnisse dieser Quellen möglichst günstig. Weitere Details finden sich in den Spezialberichten.

d) Quellen von Volketsweil.

19. Die zwei Quellen, welche den *Mühlebach bei Volketsweil* speisen, ergaben am 8. November 1884 ein Quantum von 160 Liter für die nördlich und 170 Liter für die östlich gelegene Quelle. Der *Dürbach bei Kindhausen* lieferte gar kein Wasser. Ein näheres Eintreten auf diese Quellen von Volketsweil, deren Qualität überdies verdächtig ist, wurde bei dem geringen Ertrag derselben für überflüssig erachtet.

Nimmt man die Messungsresultate dieses Niederwasserstandes vom November 1884 zusammen und schliesst die als „verdächtig" bezeichneten, in den Nummern 1, 2, 5, 12, 13, 15 und 19 enthaltenen Quellen aus, so erhält man als *Ertrag sämmtlicher Quellen des Glattthalgebietes:*

a)	Quellen von Kloten … ..	1150 Liter,
b)	„ „ Opfikon …	1180 „
c)	„ „ Brüttisellen …	5100 „
	Total	7430 Liter.

Schliesst man, was fast nothwendig ist, auch Nr. 4 (das goldene Thor) aus, so fällt dieser Ertrag auf 6530 Liter hinunter.

Es wurden chemisch untersucht Wasserproben aus den Quellen unter 4, 5, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 19; die Ergebnisse sind, dass sämmtliche Wasser eine grosse Härte haben (25.50 bis 31.50°), als Trinkwasser wohl zu gebrauchen sind, weniger gut als Brauchwasser. Beimischungen von Düngstoffen waren zur Zeit der Analyse (10. bis 11. Oktober), nirgends nachweisbar; doch erwies sich das Wasser vom Brunnbach (Nr. 5) und vom Bächli (Nr. 10) wegen Salpetersäuregehalt, dasjenige vom Goldenen Thor (Nr. 4) und vom Dorf Opfikon (Nr. 8) wegen Gehalts an freiem Ammoniak weniger rein als die übrigen. Das Wasser von Volketsweil (Nr. 19) ist auch vom chemischen Standpunkt aus zu beanstanden.

Das auf mikroskopischem Weg untersuchte Wasser betraf die Quellen Nr. 4, 5, 7, 8, 10 und 17; am reinsten erwiesen sich hiebei diejenige von Wangen (Nr. 17) mit 278 Bakterien, und vom Tönli (Nr. 7) mit 302 Bakterien, wogegen die berühmte Quelle vom goldenen Thor 1165, die Eichmühlequelle 1499 und die Dorfquelle von Opfikon 2175 aufwies; ein Zeichen, dass der Verdacht wegen möglicher Verunreinigung dieser Quellen wohl gerechtfertigt ist.

XII. Quellen im Kemptthal.

Einige ergiebige Quellen zeigen sich in der Riedebene des Kemptbaches bei Fehraltorf. Alte Ausläufe des höher gelegenen Pfäffikersees sind durch Moränen eingedeckt und bilden nun unterirdische Sickerwege des Seewassers. Diese Quellen sind also mehr Grundwasser, als eigentliches Quellwasser. Eine am 8. November 1884 vorgenommene Besichtigung und Messung erstreckte sich auf vier solcher Quellen, und zwar:

1. *Quelle des Kühbachs* oder Mühlebachs von Fehraltorf, mit 780 *l* Ertrag und 11,6° Temperatur;

2. *Quelle südlich vom Dorf,* rechts der Kempt gelegen (ebenfalls auf die Mühle geleitet), mit 355 *l* und 12,0° Temperatur;

3. *Quelle des Friedlibaches* im „Seewadel", links der Kempt, nahe dem Eisenbahndamm, mit 685 *l* und 11,8° Temperatur;

4. *Quelle bei der Burg,* welche den Schwarzbach bildet, mit 605 *l* und 11,8° Temperatur.

Die Summe dieser gemessenen Wassermengen beträgt 2425 Liter; durch tieferes Nachgraben könnte diese Quantität vielleicht noch gesteigert werden.

Die chemische Untersuchung einer aus der Quelle Nr. 2 gefassten Wasserprobe bezeichnet sie als ein Trink-

wasser mittlerer Qualität, von der bedeutenden Härte von 30,75°, also für Brauchwasser nicht tauglich. Anwesenheit von freiem und albuminoidem Ammoniak macht das Wasser etwas verdächtig, wie denn auch Verunreinigung in Folge von Düngungen und Gehöften auf dem flachen Terrain über den Wasseradern unvermeidlich ist.

XIII. Quellen auf der rechten Seite des Zürichsees.

Von den Abhängen auf der rechten Seite des Zürichsees ist bezüglich Quellwasser wenig zu erwarten. Die ganze geologische Formation ist zur Quellenbildung nicht günstig, da das Grundgestein, die Molasse, an manchen Stellen offen zu Tage tritt und alles Regenwasser ohne irgend welche Filtration direkt oberflächlich abfliessen lässt. Auch von Nachgrabungen kann unter solchen Umständen kein günstigeres Resultat beansprucht werden.

1. *Gebiet des Hornbachs und Wehrenbachs.* Die bisher für die grosse Stadt und Riesbach als Trinkwasser benutzten Quellen, insbesondere diejenigen der Hottinger-, Hirslander- und Wylhofleitung, entstammen grösstentheils diesem Gebiet und gestatten ein Urtheil über die Quellenverhältnisse.*) Nun wechselt der Ertrag der Hottingerleitung zwischen 124 und 1200, derjenige der Hirslanderleitung zwischen 98 und 1300, derjenige der Wylhofleitung zwischen 93 und 500 Liter in der Minute, ein ziemlich sicheres Zeichen, dass die Filtration des Wassers hier keine gar tiefgehende sein kann. Dass auch sonst in diesem Gebiet nicht mehr viel zu hoffen ist, geht aus Messungen des Wasserquantums sämmtlicher Zuflussbäche des Wehrenbachs am 6. und 8. November 1884 hervor, welche für ein Sammelgebiet von ca. 850 *ha* eine Gesammtmenge von 710 Minutenliter ergaben, bloss 0,8 Liter pro Hektare.

Ausser den bereits von der Stadt und von Riesbach erworbenen und von Hirslanden angekauften Quellen bestehen in diesem Gebiete noch eine Menge kleinerer Wasserfassungen (z. B. für die Irrenanstalt); das wenige noch Vorhandene kann bloss als Ergänzung dieser Anlagen, nicht aber als Grundlage für neue Projekte dienen.

2. Das *Gebiet des Küssnachterbachs* bietet eher noch etwas ungünstigere und unsicherere Verhältnisse dar wie das des Horn- und Wehrenbachs. An eigentlichen Quellen sind nur drei vorhanden, wovon eine vom Dorf Itschnach, die beiden andern von Küssnacht benutzt werden. Von Nachgrabungen kann ebenfalls nicht viel erwartet werden, da der obenaufliegende Glaciallehm fast kein Wasser versickern lässt.

*) Vgl. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr 1871: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und Umgebung, von Arnold Escher von der Linth, Professor und Arnold Bürkli, Stadtingenieur.

Aehnliche Verhältnisse treten längs des ganzen Zürichsees bis Rapperswyl auf. Die Molasse ist nur stellenweise mit dickern, durchlässigen Schuttlagen bedeckt, so dass überall nur kleine Quellen entstehen können, und diese sind längst benutzt.

In den hier aufgeführten Quellgebieten finden sich selbstverständlich noch eine Menge nicht besonders genannter Quellen, die eben desshalb keiner nähern Prüfung unterzogen worden sind, weil schon der erste Blick zeigte, dass sie viel zu unbedeutend oder zu schlecht sind, oder dass ihre Lage oder die Eigenthumsverhältnisse eine Benutzung für Zürich von vorneherein ausschliessen. Es sei bloss noch erwähnt, dass aus solchen Gründen z. B. die Quellen im Tössstockgebiet, bei Kaltbrunn, bei Näfels u. s. w. nicht in Betracht gezogen werden konnten.

Bei den der Untersuchung unterstellten Quellen hat sich fast überall eine durchschlagende Uebereinstimmung in den Resultaten der geologischen, chemischen und mikroskopischen Prüfung ergeben, welche die Sicherheit des Urtheils bedeutend erhöht. In Beziehung auf die mikroskopischen wie auf die chemischen Untersuchungen ist immer zu betonen, dass dieselben zunächst nur einen vergleichsweisen Werth besitzen. Diese Untersuchungen stammen aus einer Jahreszeit, die für die Reinheit aller dieser Quellen verhältnissmässig sehr günstig ist, und es ist bestimmt zu erwarten, dass sich im Frühjahr, wenn die wärmern Regen den ausgetragenen Dünger einspülen, viel bedeutendere Verunreinigungen des Quellwassers einstellen werden.

Als einzige Quellgruppen, die nach Ertrag und Qualität des Wassers für eine einheitliche Quellwasserversorgung eventuell in Betracht kommen könnten, gehen aus diesen weitläufigen Untersuchungen hervor:

1) Die Quellen des mittlern Sihl- und Lorze-Gebietes (Gruppe III),

2) Die Quellen des Glattthalgebietes (Gruppe XI).

6. Grundwasser in der Nähe von Zürich.

Es ist schon die Frage aufgeworfen worden, ob sich nicht das für die Versorgung von Zürich benöthigte Wasser durch Heraufpumpen des Grundwassers gewinnen lasse, wie das ja auch an verschiedenen andern Orten mit Erfolg durchgeführt worden ist. Nach der Formation des Terrains sind es hauptsächlich drei Gebiete, die für den besagten Zweck in Frage kommen können, und die denn auch nach ihrem geologischen Verhalten näher untersucht worden sind: das Grundwasser im Sihlfeld und im Sihlthal überhaupt; das Grundwasser im Katzenseegebiet (Furtthal) und das Grundwasser im Glattthal.

Das Grundwasser besteht aus dem eingesickerten, in den Poren des Bodens bis zu einem gewissen Niveau gestauten Wasser, das im Gegensatz zu den eigentlichen Quellen nicht in Adern rasch fliesst, sondern mehr die Rolle eines unterirdischen Sees spielt.

I. Grundwasser im Sihlfeld.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 6.)

Die Grundlage zur Untersuchung der Grundwasserverhältnisse lieferten die Beobachtungen der Wasserstände in Sodbrunnen. Für's Sihlfeldgrundwasser hat sich dabei herausgestellt, dass es sich zusammensetzt aus drei verschiedenen Grundwassern:

1. Dem Utogrundwasser, vom Uetliberg herunterkommend und unter dem Lehm der Ziegelfabriken durch bis ungefähr zur Utobrauerei reichend;

2. dem Sihlthalgrundwasser, das vom Sihlthal gespiesen wird und von der Allmend erst langsam, dann (in Folge Pumpens) rascher gegen die Papierfabrik und Wiedikon fällt, wo es sich mit dem Utogrundwasser vereinigt;

3. dem Limmatgrundwasser, gebildet aus der Vereinigung der beiden erstern, ausserdem von Limmat, Schanzengraben, Sihl, vielleicht auch vom See gespiesen und alle Versickerungen aus der Stadt und Umgebung aufnehmend. Sein Lauf geht ungefähr parallel mit dem Lauf der Limmat, und es ist vom leicht durchlässigen Schutt der Sihl überlagert.

Wollte man an irgend einer Stelle im Hard das Limmatgrundwasser heraufpumpen, so würde dasselbe von allen Seiten her der Pumpstelle zufliessen. Man erhielte das Wasser sehr stark verunreinigt durch Abwasserkanäle, alte Senkgruben, Abfallgruben, alte Sodbrunnenschächte, Friedhöfe u. s. w., wie dieses auch die chemischen Analysen darthun. Die natürliche Reinigung durch Filtration oder Oxydation ist ganz unzureichend und auch künstliche Einrichtungen dieser Art vermöchten gegenüber so intensiver Verunreinigung nichts Wesentliches auszurichten. Die Limmat selbst könnte, nachdem sie das Schmutzwasser der ganzen Stadt und Ausgemeinden aufgenommen hat, eindringen und das Grundwasser schädlich infiziren. Von dieser Idee kann somit nicht die Rede sein.

Das Utogrundwasser wäre für den Bedarf einer Versorgung total ungenügend. Beim Grundwasser kann man nach anderweitigen Erfahrungen in trockener Zeit höchstens auf einen Ertrag von 2 Minutenliter pro Hektare rechnen. Die Sammelfläche des Utogrundwassers beträgt aber bloss 600 bis 650 Hektaren, kann also wenig mehr als 1000 bis 1500 Liter liefern, kaum $^1/_{12}$ des für Zürich benöthigten Bedarfes; dieses allein ist, neben den Expropriationsverhältnissen und andern Rücksichten, Grund genug, um nicht näher auf ein solches Projekt einzutreten.

Das Sihlgrundwasser wird von der mechanischen Papierfabrik in einer Quantität von 4000 Minutenliter gepumpt und verwendet. Dieses Grundwasser ist allerhand Verunreinigungen durch die Abfälle der Papierfabrik, Jauchebehälter, Mistgruben, Düngung, den Friedhof Enge u. s. w. ausgesetzt. In der That kann das Sammelgebiet des Sihlgrundwassers nicht mehr Wasser in trockener Zeit liefern, als das von der Papierfabrik gepumpte Quantum. Aus allen diesen Gründen ist an eine Benutzung auch dieses Grundwassers nicht zu denken.

Die Benutzung des Sihlgrundwassers oberhalb der Papierfabrik bloss zur Erstellung laufender Brunnen in den niedrigern Lagen von Zürich würde, bei grossen Kosten, nicht viel Aussicht auf Erfolg bieten. Vielleicht würde sich die aus Alluvium bestehende Ebene von Adlisweil besser dazu eignen, wenn nicht dort die Verunreinigung durch das weiter oben gelegene Dorf zu befürchten wäre.

Vom chemischen Gesichtspunkt aus zeigten sich die aus dem Limmatgrundwasser im Sihlfeld geschöpften Wasserproben wegen ihres Gehaltes an festen Substanzen und Salpetersäure als entschieden zu beanstanden; diejenigen vom Uto- und Sihlgrundwasser (mit Ausnahme des durch den Friedhof Enge infizirten) sind als Trinkwasser allenfalls noch brauchbar, aber nicht erster Klasse, als Brauchwasser ungeeignet.

2. Grundwasser im Katzenseegebiet.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 6.)

Das Thal vom Katzensee abwärts (Furtthal) enthält als oberste Bodenschichte ziemlich viel Glazialschutt, darunter folgt fast durchweg lehmiger, thoniger Boden, dann wieder Kiesgrund. Der obere durchlässige Schutt ist meist voll Wasser, welches mit dem Katzensee und dem Wasser in den Torfmooren, sowie mit den Torfabwassern in Verbindung steht. Der untere Schutt, unter dem Lehm, ist ebenfalls ziemlich reichlich wasserführend; aus diesem schöpften die alten, 10 bis 18 *m* tiefen Sodbrunnen der verschiedenen Dörfer ihr Wasser, das sich aber öfters als schlecht erwies. Es steht nämlich fest, dass eine Menge von Verbindungen zwischen dem obern, der Verunreinigung ausgesetzten Grundwasser und dem untern in der Tiefe bestehen; namentlich durch die Schächte der jetzt unbenutzten Sodbrunnen können Abwasser von Mistgruben und Jauchetrögen, oft auch Strassenabwasser in's tiefere Grundwasser hinabsickern; diesem Uebelstand vollständig zu begegnen, ist unmöglich, und man hätte in jedem Fall ein Grundwasser von äusserst geringer Qualität zu gewärtigen, das man schwerlich mit grossen Kosten gegen das Wasser des Zürichsees wird eintauschen wollen. Zudem können nach der Ausdehnung des Sammelgebietes nicht mehr als höchstens 3000 Minutenliter als bleibender Ertrag erwartet werden.

3. Grundwasser im Glattthal.

(Vgl Spezialbericht Nr. 6.)

Das Glattthal besteht vom Greifensee bis über Wallisellen hinaus oben aus Torf und Sumpf, unterbrochen durch einzelne Moränen; darunter folgt eine Schichte Lehm und Thon (Grundmoräne), undurchlässig und oft von grosser Mächtigkeit, 30 bis 40 *m* tief; unter derselben kommt wasserführender Kies. Um ein Urtheil über das Quantum dieses untern Grundwassers zu gewinnen, müsste erst ein Versuchsschacht angelegt und darin während einiger Jahre anhaltend gepumpt werden. Für die Reinheit des Wassers scheinen die Verhältnisse etwas besser zu liegen als im Katzenseegebiet; immerhin ist das Vorhandensein zahlreicher unkontrollirbarer Verbindungen des untern Grundwassers mit dem obern sumpfigen und durch Abwasser verunreinigten sehr wahrscheinlich. Woher das Grundwasser gespiesen wird und wie gross sein Sammelgebiet ist, ist sehr schwer anzugeben, daher auch der mögliche Ertrag im voraus nicht zu ermitteln. Auch sonst widerstrebt es dem Gefühl, ein Wasser unter einem Boden hervorzuholen, der voll Torf, Sumpf, Dorfschaften mit allen ihren Unreinigkeiten ist; da bietet das Seewasser, das nur an seinem Ufer, nicht aber über seiner Mitte mit Dörfern und Düngäckern besetzt ist, denn doch noch eine weit bessere Garantie für Reinheit.

7. Möglichkeiten und Kosten einer einheitlichen Wasserversorgung.

Wenn das Verlangen gestellt wird, die Stadt Zürich mit neuem, einheitlichem Wasser, das allen Bedürfnissen genügen soll, zu versehen, so kann das nur den Sinn haben, dass alsdann das bisherige Seewasser für die Benutzung ganz aufgegeben und die bedeutende Wasserkraft im Letten, soweit sie nicht zur Hebung des neuen Wassers zu dienen hätte, veräussert oder zu andern Zwecken verwendet würde. Dieses schliesst nothwendig in sich, dass sich die neue Versorgung nicht auf die Stadt allein, sondern auf Stadt und Ausgemeinden zu erstrecken hat; denn sonst müsste das bestehende Pumpwerk nebst den Reservoirs für den Bedarf der Ausgemeinden beibehalten und die Leitungen der letztern auf's Neue mit den Reservoirs verbunden werden; auch die Filtration des Limmat- oder Seewassers könnte nicht aufgegeben, sondern müsste im Gegentheil vervollkommnet werden. Man hätte alsdann Auslagen von einigen 100,000 Fr. zu machen, bloss damit die Qualität des Brauchwassers in den Ausgemeinden den erhöhten Anforderungen entspreche; für die Stadt wäre dadurch nichts gewonnen. Die einheitliche Versorgung hat somit die Stadt und sämmtliche Ausgemeinden zu umfassen und erfordert das in der Einleitung festgesetzte Wasserquantum von 19,000 Minutenliter oder 27,000 Kubikmeter im Tag.

Von den verschiedenen betrachteten Quell- und Grundwassergebieten sind eine Reihe schon mit Rücksicht auf die Qualität des Wassers auszuscheiden, so das Wäggithal, das oberste Sihlthal (Studen u. s. w.), das Reppischthal mit Törlersee, sämmtliche Grundwassergebiete. Von den übrigbleibenden liefert in trockenen Zeiten kein einziges die oben angeführte Quantität Wasser, sondern man müsste zur Erreichung des Zweckes mehrere zusammennehmen, insbesondere die beiden reichhaltigsten, nämlich:

Das mittlere Sihl- und Lorzegebiet (No. III) mit zirka ...	8,600 Liter.
Das Glattthalgebiet (No. XI) mit zirka ...	7,400 „
Zusammen	16,000 Liter.

Man disponirt also aus diesen beiden Gebieten in trockenen Zeiten über ein Quantum von 16,000 Liter oder 23,000 Kubikmeter, das für eine vollständige Versorgung noch nicht genügt; immerhin könnte man sich in diesen Zeiten mit dem angegebenen Quantum behelfen, insofern man die Springbrunnen abstellen und sich im Gebrauch der Hydranten einschränken würde. Für die Zuleitung des Wassers in die Stadt ist folgendes in's Auge zu fassen.

a) Zuleitung des Wassers aus dem Sihl- und Lorzegebiet.

Die Quellen dieses Gebietes sind alle so hoch gelegen, dass sie mit natürlichem Druck bis in die Stadt geleitet werden und dort noch die Höhe von 500 *m*, d. h. diejenige des Mitteldruckreservoirs über der Sternwarte, erreichen können. Nach der allgemeinen Beschreibung zerfallen diese Quellen in drei Gruppen und wären naturgemäss in drei verschiedenen Röhrensträngen zu sammeln, von denen der erste von Menzingen aus der Strasse gegen die Sihlbrücke zu folgen, der zweite dem Saarbachthal entlang zu gehen und sich an dessen Ausgang mit dem ersten zu vereinigen, der dritte dem Lauf der Sihl zu folgen hätte. Die beiden ersten Stränge erhalten ziemlich starkes Gefäll, im Durchschnitt 37 ‰, der dritte, entsprechend dem Sihllauf, ein solches von etwa 11 ‰. Nahe der Ausmündung des Saarbaches in die Sihl (im sog. „Thal") würden sich alle drei Stränge in einer Sammelbrunnenstube ungefähr auf der Höhe von 562 *m* vereinigen, und von da könnte die Hauptleitung der Sihl entlang mit natürlichem Druck, allerdings unter Einhaltung eines Gefälles von bloss $2^1/_2$ ‰ und mit einem Durchmesser von 600 *mm*, fast durchgängig auf den bestehenden Strassen bis in die Stadt geführt werden. — Bei der Kostenberechnung für ein solches Projekt nehmen die Expropriationen und Fassungen der einzelnen Quellen einen bedeutenden Posten ein. Erstere begreifen in sich: den Ankauf des Wassers, Entschädigungen an verschiedene Mühlenbesitzer, Entschädigungen für sonstige Benutzung des Wassers und für entzogene Wiesenwässerung. Letztere (die Kosten der Fassung) enthalten die Stollen zur Abfassung des Wassers, die Brunnenstuben, die Sicherung gegen allfällige äussere Einflüsse u. s. w. Sodann kommen die Zuleitungen, die Hauptleitung, die Sammelbrunnenstuben und die allgemeinen Auslagen. Nach spezifizirtem Voranschlag (vgl. Spezialbericht Nr. 7) gestaltet sich die Berechnung in folgender Weise:

Expropriation der Quellen und Entschädigungen ...	224,000 Fr.
Fassung der Quellen ...	216,000 „
Expropriation für Durchführung der Leitungen ...	73,000 „
Zuleitung der einzelnen Quellen ...	31,500 „
Zuleitung der drei Hauptröhrenstränge ...	530,500 „
Uebertrag	1,075,000 Fr.

Uebertrag	1,075,000 Fr.
Hauptleitung bis zur Stadtgrenze, 21,2 *km* lang … … … … … … … …	1,272,000 „
Brunnenstuben … … … … … … … …	4,000 „
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … …	299,000 „
Totalkosten	2,650,000 Fr.

In dieser Summe sind die etwaigen Entschädigungen an die Besitzer von Wasserwerken an der Sihl und Lorze *nicht* inbegriffen.

b) Zuleitung des Wassers aus dem Glattthal.

Die Quellen im Glattthal haben sämmtlich eine ziemlich tiefe Lage, diejenigen der Klotenergruppe auf 425 bis 440 *m*, diejenigen der Brüttiseller- und Wangenergruppe auf 445 bis 460 *m* Meereshöhe. Da die Wasserscheide zwischen Glatt und Limmat in der Gegend der „Kreuzstrasse“ ungefähr auf 480 *m* liegt, so ist es nicht möglich, das Wasser dieser Quellen mit natürlichem Gefäll und auf dem natürlichen Terrain in die Stadt zu leiten, sondern man ist für die Zuleitung auf zwei künstliche Hülfsmittel angewiesen: entweder die Erstellung einer Pumpstation an der Glatt behufs Hebung des Wassers, oder dann die Anlage eines Tunnels von beiläufig 5700 *m* zwischen Glattbrugg und dem Letten unter dem Wipkingerberg durch und Ableitung des Wassers auf diesem Weg zum Lettenpumpwerk (dessen Schacht auf 404,5 *m* Höhe liegt), um es dann erst von letzterm aus in die Stadt zu pumpen. Eine Pumpstation in der Nähe von Glattbrugg könnte nur mit Dampf betrieben werden, da die Glatt ein viel zu geringes Gefäll hat, um die nöthige Wasserkraft zu liefern. Stellt man die Forderung, das Wasser solle in die Stadt noch die Höhe des Niederdruckreservoirs beim Polytechnikum erreichen, so muss es mindestens um 45 *m* gehoben werden; dieses erfordert (für ein Wasserquantum von 10,000 *l* oder 14,400 m^3 per Tag) zirka 150 Pferdekräfte und jährliche Betriebskosten von 125,000 Fr., also einen Kapitalaufwand von zirka 2,500,000 Fr., ungerechnet die Anlagekosten. Davon wird also nicht die Rede sein können. Es bleibt nur mehr der Ausweg mit dem 5700 *m* langen Tunnel und dem Hinaufpumpen vom schon bestehenden Lettenpumpwerk aus. — Die Zuleitung der Quellen bis nach jenem Sammelpunkt bei Glattbrugg ist ziemlich einfach; ein Röhrenzweig führt die Klotenerquellen, ein anderer, von Baltensweil ausgehender und die Richtung über Wallisellen und Opfikon einschlagender, das vereinigte Wasser der Quellen von Baltensweil-Bassersdorf, Brüttisellen und Wangen, und zertheilt sich oben bei Brüttisellen wieder rechts und links in zwei Seitenstränge. Die ganze Länge der Leitung vom Letten bis Wangen beträgt bloss 16,2 *km*, die Gefälle sind durchwegs schwach. — Für die Kostenberechnungen fallen wieder die Expropriationen, Entschädigungen an Fabriken und Mühlen und für entzogene Wiesenwässerungen stark in's Gewicht. Die Fassung der Quellen ist, wie schon früher erwähnt, theilweise etwas weitläufig, weil es oft nothwendig erscheint, das Wasser an einer andern Stelle zu fassen, als derjenigen, wo es zu Tage tritt. Die gesammten Kosten für Gewinnung und Zuleitung stellen sich nun wie folgt:

Expropriation der Quellen und Entschädigungen … … … … … … … … …	756,000 Fr.
Fassung der Quellen … … … … …	108,750 „
Expropriation für Durchführung der Leitungen … … … … … … … … …	69,500 „
Zuleitung der einzelnen Quellen … …	29,200 „
Hauptzuleitungen bis Glattbrugg … …	524,800 „
Tunnel zwischen Glattbrugg und dem Letten	855,000 „
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … …	256,750 „
Totalkosten	2,600,000 Fr.

Dazu kämen eventuell noch Entschädigungen an die Wasserwerksbesitzer der untern Glatt.

Verfolgt man nun wirklich das Projekt, das Wasser dieser beiden Quellgebiete vereinigt für eine einheitliche Versorgung von Zürich und den Ausgemeinden zu verwenden, so kommen zu den Kosten der Gewinnung und Zuleitung noch die Kosten für Ergänzungsarbeiten, die in der Stadt selbst auszuführen sind, nämlich für Einlegen neuer Hauptleitungen, Erweiterung der Reservoirs, Erstellen eines speziellen Reservoirs beim Pumpwerk u. s. w.; diese Kosten dürften sich auf nahezu 400,000 Fr. belaufen. Die Gesammtkosten gestalten sich alsdann wie folgt:

Zuleitung der Sihl- und Lorze-Quellen …	2,650,000 Fr.
Zuleitung der Glattthal-Quellen … …	2,600,000 „
Arbeiten in der Stadt … … … …	400,000 „
Total	5,650,000 Fr.

Berücksichtigt man, dass sich diese hohe Summe durch Wasserrechtsentschädigungen noch bedeutend steigern könnte, dass das Lettenpumpwerk durch Ausführung dieses Projektes nicht entbehrlich würde und es ziemlich komplizirt wäre, die eine Hälfte des Wassers durch natürlichen Druck, die andere Hälfte mittelst Pumpens der Stadt zuzuführen, dass auch die Anlage eines so langen Tunnels ganz unvorhergesehenen Schwierigkeiten begegnen könnte, so wird man nicht lange zögern, ein solches Projekt auch vom technischen Standpunkt aus zu verwerfen. Dazu kommt überdiess noch die nicht ganz zureichende Quantität und die grosse Härte des Wassers, die dasselbe zum Kochen und Waschen und den meisten industriellen Zwecken ganz ungeeignet erscheinen liesse. Es liegt keine andere Möglichkeit für eine Quellwasserversorgung vor.

8. Verhältnisse und Kosten einer gemischten Wasserversorgung.

(Vgl. Spezialbericht Nr. 7.)

Wenn man den Gebrauch des Limmat- und Seewassers zum Trinken und Kochen aus sanitarischen Gründen unzulässig fände, so liegt der Gedanke nahe, dieses Wasser bloss noch für die öffentlichen und gewerblichen Zwecke und für Motoren zu verwenden, dagegen für den Hausgebrauch nur Quellwasser einzuführen. Das Seewasser brauchte in diesem Fall nicht mehr filtrirt zu werden und fielen die Kosten für Verbesserung desselben weg. Letztere Voraussetzung trifft aber auch bloss dann zu, wenn dieses System gemischter Versorgung nicht allein in der Stadt, sondern auch in den Ausgemeinden durchgeführt wird; zum mindesten muss letztern die Möglichkeit gewahrt bleiben, sich an's städtische Netz anzuschliessen.

Es wird also angenommen, dass das neu zu beschaffende Wasser in die Häuser geleitet werde und dort das Brauchwasser ersetze. Dabei sind noch zwei verschiedene Fälle gedenkbar. Wenn bloss so viel Wasser zur Verfügung steht, als zum Gebrauch in Küchen erforderlich ist, so kann der Vorschlag gemacht werden, neues Quellwasser bloss in die Küchen zu leiten und für die übrigen häuslichen Zwecke (Waschen, Aborte) unfiltrirtes Brauchwasser zu verwenden. Ist dagegen eine grössere Quantität Wasser disponibel, so wird man vorziehen wollen, dieses neue Wasser gleich für den ganzen Hausgebrauch zu verwenden. Die in jedem Fall benöthigte Wassermenge ist: für blossen Küchenbedarf 3200 Minutenliter oder 4500 m^3 im Tag; für den ganzen Hausbedarf 7200 Minutenliter oder 10,400 m^3.

Stellt man sich die Frage, woher diese Quantitäten Wasser erhältlich seien, so findet man nach der Uebersicht der einzelnen Quellgebiete, dass deren wieder nur zwei sind, welche auch in trockenen Zeiten das erforderliche Quantum liefern, nämlich das Sihl- und Lorzegebiet (No. III) oder das Glattthalgebiet (No. XI). Verlangt man das grössere Quantum von 7200 Liter, so sind im Sihl- und Lorzegebiet alle dort genannten Quellen zusammenzunehmen, mit Ausnahme der (übrigens nicht reichhaltigen) Quellen am rechten Sihlufer; im Glattthal lässt sich keine einzige der brauchbaren Quellen oder Quellgruppen ausschliessen. Begnügt man sich dagegen mit den für den Küchenbedarf erforderlichen 3200 Liter, so braucht man bloss einen Theil der fraglichen Quellen zu erwerben, etwa im Sihl- und Lorzegebiet die Gruppen von Menzingen und vom Saarthal, im Glattgebiet die Quellen von Baltensweil und Brüttisellen. Man hätte in letzterm Fall den Vortheil, dass wegen höherer Lage der Quellen kein so langer Tunnel mehr erforderlich wäre, um das Wasser in die Stadt zu leiten, immerhin müsste noch ein Tunnel von 2100 *m* Länge angelegt werden. Als Gewinnungs- und Zuleitungskosten ergeben sich in diesem Fall nach detaillirtem Kostenanschlag:

Für die Sihl- und Lorze-Quellen	Fr.	1,400,000
Für die Glattthal-Quellen	„	1,050,000

Im andern Fall, wenn das neue Wasser für den ganzen Hausbedarf ausreichen soll, stellen sich dagegen diese Kosten:

Für die Sihl- und Lorze-Quellen	Fr.	2,250,000
Für die Glattthal-Quellen	„	2,500,000

Ist das Wasser bis zur Stadt geführt, so handelt es sich um dessen Vertheilung. Sobald zweierlei Arten Wasser verwendet werden, muss auch das Leitungsnetz ein doppeltes sein, also zu der schon bestehenden Leitung eine neue hinzukommen. Wenn bloss Wasser in die Küchen verlangt wird, so ist es am einfachsten, eine besondere Leitung für dieses neue Wasser zu legen und die bisherige Leitung nach wie vor für's Brauchwasser in Anspruch zu nehmen. Unausweichlich ist dann aber für jedes Haus die Erstellung einer neuen Anschlussleitung und einer Hausleitung. — Wenn für die ganze Hausversorgung neues Wasser zur Verwendung kommt, so lässt sich entweder das jetzige Netz für das öffentliche Wasser in den Strassen beibehalten und ein neues für das Hauswasser einrichten, oder umgekehrt, die jetzt bestehende Leitung zur Aufnahme des neuen Wassers bestimmen und dagegen ein neues Netz für Brauchwasser anlegen. Die Leitungen im Innern der Häuser können bei beiden Suppositionen unverändert belassen werden, ebenso zum grössern Theil ihre Anschlüsse; doch sind letztere, falls die neue Leitung das Hauswasser aufnehmen soll, an dieselbe neu anzupassen. Sodann sind unter allen Umständen neue Reservoirs zu erstellen, seien es ganz selbständige oder Erweiterungen der schon bestehenden. Setzt man dieselben in Verbindung mit der neuen Trinkwasserleitung, so müssen sie geschlossen konstruirt werden, um Verun-

reinigungen und Witterungseinflüsse vom Wasser fern zu halten. Nehmen die neuen Reservoirs aber das unfiltrirte Brauchwasser auf, so ist diese Rücksicht nicht mehr nöthig, sondern sie können als offene Weiher angelegt werden. Welches System das billigere sei, ist durch Rechnung zu untersuchen.

Für die Kostenberechnung einer solchen Anlage ist für Stadt und Ausgemeinden unter verschiedenen Voraussetzungen ein Leitungsnetz entworfen worden, wobei die jetzt bestehenden beiden Reservoirs, Mitteldruck- und Niederdruckreservoir, die Grundlage für die Eintheilung des Versorgungsgebietes in zwei Höhenzonen lieferten. Die oberste oder Hochdruckzone auch noch in's allgemeine Netz hineinzuziehen, hätte die Anlage allzusehr komplizirt. Für jeden einzelnen Röhrenstrang war sodann die per Minute oder per Tag durchfliessende Wassermenge zu bestimmen, daraus in Verbindung mit dem zulässigen Gefäll die Röhrendurchmesser abzuleiten und aus letztern und den Längen der Röhren die Kosten zu ermitteln.

Die Bestimmung der an jedem Ort durchfliessenden Wassermenge geschah dadurch, dass die Stadt und Ausgemeinden, den Netzsträngen entsprechend, in eine Anzahl Quartiere abgetheilt und jedes für sich behandelt wurde. Handelt es sich um Wasser zum Hausgebrauch, so ist dessen Quantum in erster Linie von der Anzahl der Bewohner abhängig. Zur Förderung der Arbeit ist diese Bewohnerzahl für jedes Privathaus gleich gross angenommen, für grössere Gebäude ein entsprechender Zuschlag gemacht und in dieser Weise für jedes Haus in der Stadt ein täglicher Bedarf von 720 *l* für die Küche allein und von 1740 *l* für das ganze Hauswasser ausgerechnet worden (in den Ausgemeinden etwas mehr). Dieses ist der Durchschnittsbedarf; zur Berechnung der Rohrweiten ist dieser indessen nicht massgebend, sondern der tägliche Maximalkonsum, der dem doppelten oder 2½-fachen des durchschnittlichen gleich gesetzt werden kann. So kommt man pro Haus in der Stadt auf einen Bedarf von 1,8 m^3 für Küchenwasser und 4,2 m^3 für Hauswasser, in den Ausgemeinden auf 2,0 und 4,8 m^3. In dieser Weise liess sich die jedem Quartier zufallende Wassermenge bestimmen, und durch Summation von den äussersten Strängen gegen die Hauptleitung auch das Gesammtquantum für jeden einzelnen Strang.

Kommt dagegen die Erstellung eines neuen Brauchwassernetzes in Frage, so sind zur Ermittlung der Wassermenge andere Faktoren massgebend, in erster Linie die Länge der durchzogenen Strassen, in zweiter Linie der Flächeninhalt der Gebiete (öffentliche Plätze, Höfe, Gärten u. s. w.). Für die Berechnung ist angenommen worden, von der ganzen disponibeln Wassermenge fallen ⅔ auf die Strassen, ⅓ auf die Flächenräume. Es ergibt dieses in der engern Stadt einen täglichen Bedarf von 140 *l* für jeden Meter Strassenlänge und von 100 *l* für jede Are Flächenraum, in den Ausgemeinden bloss 100 *l* pro Meter und 50 *l* pro Are. Als Grundlage zur Berechnung der Rohrdurchmesser ist auch hier wieder nicht dieser Durchschnittsbetrag, sondern das Doppelte desselben angenommen worden.

War so die jedem Röhrenstrang zukommende Wassermenge bekannt, so liessen sich die erforderlichen Durchmesser unter Annahme bestimmter Gefälle oder Druckverluste nach bekannten Formeln ableiten. Es musste natürlich darauf gesehen werden, dass das Wasser auch an den ungünstigsten (höchsten und entferntesten) Stellen noch mit genügendem Druck zu den Häusern gelange. Für die neue Quellwasserleitung wurden keine Durchmesser unter 70 *mm*, für die Brauchwasserleitung keine solchen unter 100 *mm* zugelassen. Durchmesser und Längen gaben die Grundlagen für die Kosten des Röhrennetzes; dazu kommen die Zuschläge für Abschluss- und Ablasshähne, Formstücke für Abzweigungen, Bogenstücke u. s. w., für welche nach bisheriger Erfahrung ein prozentlicher Betrag der Röhrenkosten in Anschlag gebracht wurde. Alles zusammengerechnet, stellen sich nun die Kosten der drei Arten Leitungsnetze folgendermassen:

Neues Leitungsnetz für Trinkwasser in die Küchen … … … … … … …	660,000 Fr.
Neues Leitungsnetz für Trinkwasser in die Häuser … … … … … … …	800,000 „
Neues Leitungsnetz für Brauchwasser zu öffentlichen Zwecken … … … … …	990,000 „

Sind die Kosten der Zuleitung und diejenigen des Röhrennetzes für sich bestimmt, so ist beides zu kombiniren, um auf die Gesammtkosten eines gemischten Systems zu kommen. Wird das Wasser aus dem Sihl- und Lorzegebiet entnommen, so erleiden die Kosten der Gesammtleitung keine erhebliche Abänderung; in der Stadt müssen einige Hauptröhren stärker gemacht werden als in der Netzberechnung angenommen wurde, dafür kommen in der Gemeinde Enge verschiedene Röhrenstränge (weil doppelt berechnet) in Abzug. Wird dagegen das Wasser aus dem Glattthal bezogen, so gelangt es zuerst zum Lettenpumpwerk und muss zu den Reservoirs emporgehoben werden; dieses erfordert die Anlage zweier Hauptdruckröhren zwischen dem Letten und den beiden Reservoirs und bewirkt etwelche Mehrkosten, die sich belaufen auf:

40,000 Fr. bei blosser Küchenversorgung,
70,000 „ „ ganzer Hausversorgung,
80,000 „ „ Anlage eines neuen Brauchwassernetzes.

Ueberdies wird eine Vermehrung der Pumpen und die

Konstruktion eines kleinen Reservoirs beim Pumpwerk erforderlich; beides dürfte Mehrauslagen im Betrag von 50—100,000 Fr. verursachen.

Die Erstellung neuer Hauptreservoirs ist ferner eine absolute Nothwendigkeit; dieselben sollten so gross angelegt werden, dass sie den Wasserbedarf eines ganzen Tages aufnehmen können, für Küchenbedarf 4500 m^3, für ganzen Hausbedarf 10,000 m^3, für Brauchwasser 16,000 m^3. In den beiden ersten Fällen müssen sie, wie schon erwähnt, geschlossen angelegt werden und werden nach bisheriger Erfahrung auf 25—35 Fr. per Kubikmeter Raum zu stehen kommen, also auf ca. 150,000 Fr. für Küchenbedarf und 250,000 Fr. für ganzen Hausbedarf. Für Brauchwasser genügen offene Weiher und sollten deren Kosten mit etwa 80—100,000 Fr. genügend stark berechnet sein. Dann kommen noch hinzu die Anschlussleitungen in die Häuser und Grundstücke, für welche, den bisherigen wirklichen Kosten entsprechend, ein Ansatz von 220 Fr. für die einzelne Leitung gemacht worden ist.

Unter Zusammenstellung aller dieser einzelnen Beträge und mit Zuschlag eines Postens für allgemeine Auslagen und Diverses stellen sich nun die Gesammtkosten einer gemischten Versorgung für Stadt und Ausgemeinden in folgender Weise heraus:

	Zuleitung vom Glattthal.	Zuleitung vom Sihlthal.
Bei Anlage einer Trinkwasserleitung in die Küchen …	3,200,000 Fr.	3,450,000 Fr.
Bei Anlage einer Trinkwasserleitung zum ganzen Hausgebrauch … … … …	4,000,000 „	3,600,000 „
Bei Anlage einer Brauchwasserleitung … … … …	3,950,000 „	3,550,000 „

Also wäre es für blosses Küchenwasser vortheilhafter, das Wasser aus dem Glattthal, für ganze Hausversorgung vortheilhafter, es aus dem Sihlthal zu beziehen.

Zweierlei Arten Wasser in den Häusern zu haben, ist unter allen Umständen weitläufig und lästig. Das System, Quellwasser bloss in die Küchen zu liefern, hätte für die Hausbesitzer vermehrte Kosten und Unbequemlichkeiten zur Folge und nimmt zudem bloss auf Privatgebäude Rücksicht; in öffentlichen Gebäuden, Spitälern, Gasthöfen, Schulhäusern, Verkehrsanstalten u. dgl. wäre nicht auszuweichen, dass auch das Brauchwasser oft zum Trinken verwendet oder vorgesetzt würde, selbst wenn es unfiltrirtes, verunreinigtes Limmatwasser wäre. Auch beim zweiten System, die Häuser vollständig mit Quellwasser zu versehen, wäre diesem Uebelstand noch nicht abgeholfen; die Industriellen, welche mit Triebwasser arbeiten, müssten immer noch doppeltes Wasser anschaffen, das eine für's Haus, das andere für's Gewerbe, ebenso die Besitzer grosser Liegenschaften in den Ausgemeinden für Haus und Garten u. s. w. Sodann fällt in Betracht, dass behufs Legung einer neuen Leitung sämmtliche Strassen der Stadt wieder neu aufgerissen werden müssten, was mit bedeutenden Verkehrsstörungen und gewiss auch mit sanitarischen Nachtheilen verbunden wäre. Und endlich wäre das neue, in die Häuser gelieferte Wasser wieder so hart, dass es sich zum Kochen und Waschen viel weniger eignete als das jetzige Seewasser. Aus allen diesen Gründen geht klar hervor, dass auch einem solchen System gemischter Versorgung das Wort nicht geredet werden kann.

9. Beibehaltung des bisherigen Systems.

Qualität des See-, Limmat- und Brauchwassers.

Nachdem durch die vorstehenden Untersuchungen konstatirt ist, dass sowohl eine reine Quellwasserversorgung, als auch ein System gemischter Versorgung wegen der grossen Kosten und aus einer Reihe anderer Gründe unthunlich sei, bleibt nur der Ausweg übrig, *das bisherige System der Brauchwasserversorgung mit Seewasser beizubehalten,* dasselbe aber so zu vervollkommnen, dass es allen billigerweise zu stellenden Anforderungen genügt. Es ist behauptet worden, dass mit Vermehrung der Quellwasserbrunnen die ganze Frage gelöst sei, und dann von jeder Verbesserung der grossen Wasserversorgung abgesehen werden könnte, indem man, wie es übrigens zur Zeit der Erstellung der Zürcher Wasserversorgung geschehen ist, das Wasser der letztern bloss als *Brauchwasser* bezeichne, und die Einwohnerschaft auf die Quellwasserbrunnen als Trinkwasser verweise. Allein thatsächlich wird eben stets auch Wasser von den Leitungen im Hause getrunken. Nach unsern Erfahrungen würde kein Befehl und keine Aufklärung es dazu zu bringen im Stande sein, dass das Brauchwasser nicht auch von einer grossen Anzahl der Einwohner ungekocht genossen würde. Hieran lässt sich nichts ändern. Wir müssen mit dieser Thatsache rechnen und desshalb kann niemals die Lösung der Wasserversorgungsfrage *allein* in der Vermehrung der Quellwasserbrunnen gesucht werden. Von diesem Standpunkte ausgehend musste vor Allem über die Qualität des zur Verwendung kommenden Brauchwassers volle Klarheit geschaffen werden, und wurde deshalb von Anfang an von der Kommission angeregt, das Wasser im See, in der Limmat und in der Leitung an verschiedenen Stellen periodisch nach seinem chemischen und mikroskopischen Verhalten zu untersuchen. Diese Untersuchungen fanden dann vom 20. September an sehr regelmässig statt und erstreckten sich nach Kommissionsbeschluss anfänglich auf folgende Stellen:

1. Im See, 100 *m* oberhalb der Quaibrücke;
2. in der Limmat unterhalb des rechten Widerlagers der Quaibrücke;
3. über dem bisherigen Filtereinlauf;
4. zwischen dem obern und untern Mühlesteg;
5. im Saugschacht des Pumpwerkes im Letten (nach stattgehabter Filtration.)

Später kamen noch einige weitere Untersuchungsstellen im offenen Seebecken hinzu, nämlich in der Seemitte zwischen Zollikon und Bendlikon, beim Zürichhorn, bei der Kirche Wollishofen und 200 *m* oberhalb der Quaibrücke.

Für die chemische Untersuchung wurde von der Kommission als genügend erachtet, dieselbe auf den Gehalt an organischen Substanzen, an freiem und albuminoidem Ammoniak, an salpetriger Säure und Salpetersäure zu beschränken, als von vorwiegender Wichtigkeit für die Beurtheilung der Reinheit des Wassers.

Das Hauptresultat dieser sehr eingehenden Untersuchungen war, dass das Wasser im See bei Wollishofen, am Zürichhorn u. s. w. sich nicht wesentlich reiner erwies als etwa 200 *m* oberhalb der Quaibrücke; 100 *m* oberhalb derselben und unterhalb des rechtseitigen Widerlagers nahm die Verunreinigung durch Vermehrung des Gehaltes an Ammoniak etwas zu, was bei den damals im Gang befindlichen Quaiauffüllungen und Baggerungen nichts Auffallendes hatte; weiter unten in der Limmat zeigte sich das Wasser wieder reiner, und am allerreinsten im Saugschacht im Letten als filtrirtes Brauchwasser, dieses ist durchwegs ärmer an organischen Substanzen, an freiem und albuminoidem Ammoniak, als das unfiltrirte See- und Limmatwasser. Es ist also erwiesen, dass die, wenn auch unvollkommene, Filtration doch einen reinigenden Einfluss auf das Wasser ausübt, wohl wesentlich durch Zurückhaltung der vom See und Fluss suspendirt mitgeführten lebenden und verwesenden Organismen. Immerhin werden diese Untersuchungen, weil von vorwiegender Wichtigkeit für die zukünftige Gestaltung der Wasserversorgung, noch periodisch fortgesetzt. (Vgl. Specialbericht Nr. 5.)

In Beziehung auf sein mikroskopisches Verhalten wurde das See- und Limmatwasser ungefähr an den nämlichen Stellen untersucht und unter verschiedenen Temperatur- und Witterungszuständen. Die Resultate dieser

Untersuchungen zeigten sich ausnahmslos günstig und überstiegen in der Regel die Zahl von 100 Bakterien pro Kubikcentimeter nicht. Einzig die am 5. Dezember 1884 erhobenen Proben ergaben etwas ungünstigere Zahlen, nachdem der See durch starken Wind bewegt und der Grund zum Theil aufgewühlt worden war. Für diese Proben wurden nämlich gefunden: über dem Filter 314, 80 *m* oberhalb der Quaibrücke 346, 200 *m* oberhalb der Quaibrücke nahe der Oberfläche 548, in der Tiefe 508, beim Zürichhorn 58 bis 143, zwischen Zollikon und Bendlikon 57 bis 61 Bakterien. Immerhin sind auch diese Befunde noch besser als diejenigen mancher Quellwasser, denn das Mittel aus 50 Versuchen, in welchen jene ungünstigen miteingeschlossen sind, beträgt bloss 168, während einzelne Quellwasser über 1000 pro Kubikcentimeter zeigten. Dagegen wurde in Limmatwasser, das 60 *m* unterhalb den Dohlenausläufen bei der Wipkingerbrücke gefasst worden war, gleich nach der Fassung 10,000 bis 20,000, nach eintägigem Stehen 500,000 Bakterien pro Kubikcentimeter konstatirt. — Für filtrirtes Brauchwasser, aus dem Brunnen des pflanzenphysiologischen Instituts des Polytechnikums ergaben

9 Versuche	vom Juni bis September	als	Mittel	173
16 „	„ November	„	„	88
3 „	„ Januar 1885 ...	„	„	38

Bei den neuesten Versuchen im Februar ist die Zahl der Bakterien wieder auf 240 gestiegen; doch lässt sich diese Zunahme aus dem vorher stattgefundenen Einfrieren der Leitung und nachherigem Wiederanlassen leicht erklären. (Vgl. Specialbericht Nr. 4.)

Bei spezieller Vergleichung der Resultate der chemischen und mikroskopischen Prüfung des See- und Brauchwassers mit denjenigen der verschiedenen in Untersuchung gezogenen Quellwasser gelangt man zu nachfolgendem Schlusse.

Nach Ausscheidung der Grundwasser und der entschieden verdächtigen Quellen weisen die übrigen, relativ guten Quellen im Mittel vollständig ebenso viele chemisch nachweisbare Verunreinigungen sowie Bacillen auf als das nach jetziger Art filtrirte Seewasser.

Dabei verdient Beachtung, dass die Quellwasser in einer Jahreszeit untersucht worden sind, die für ihre Qualität als günstig bezeichnet werden muss, das Seewasser hingegen während unserer Untersuchungen stets noch durch die Baggerarbeiten ungünstigen Einflüssen ausgesetzt war. Zu andern Jahreszeiten (Frühling und Sommer) steht zu erwarten, dass zeitweise die Quellwasser an Güte weit hinter dem Seewasser zurückstehen werden, und mit einem sorgfältig filtrirten Seewasser keinen Vergleich aushalten können*). Nur in strengen Wintern ist es denkbar, dass die Quellwasser vorübergehend besser werden als das Seewasser, das dann aber auch seinerseits noch grössereReinheit erlangt haben wird.

Endlich ist hervorzuheben, dass das Seewasser sich gegenüber der oft sehr veränderlichen chemischen und mikroskopischen Beschaffenheit der Quellwasser gerade durch seine verhältnissmässig weit grössere Gleichmässigkeit auszeichnet und dadurch weit bessere Garantien bietet. Ein Seebecken ist ein natürliches chemisches wie mechanisches Abklärungs- und Ausgleichungsbassin, das weit weniger Schwankungen ausgesetzt ist, als die dünne Wasserader einer Quelle. In den See gelangende organische Abfälle bleiben ruhig im Grunde des Wassers liegen, bis sie zu schadlosen Endprodukten der Verwesung sich aufgelöst haben; sie werden nicht mit dem Wasser gemengt.

Von den untersuchten Quellen sind es nur ganz wenige vereinzelte wie z. B. die linksseitige Sihlsprungquelle und vielleicht die Quelle von Wangen, welche wir wahrscheinlich in allen Jahreszeiten dem Seewasser gleichstellen oder vorziehen könnten. Wenn man sich entsetzt hat über die mikroskopischen Organismen, welche in dem aus den zürcherischen Wasserleitungen zur Zeit der Durchspühlung entnommenen Schlamme enthalten waren, so ist dem die Thatsache entgegenzustellen, dass ganz das Gleiche auch in allen nicht häufig genug gespühlten Theilen der Röhrennetze einer Quellwasserversorgung beobachtet wird, und dass die Quellbrunnenstuben fast immer ein reiches mikroskopisches und häufig auch makroskopisches Leben beherbergen.

Zukünftige Fassung und Filtration des Wassers.

Gleich nachdem die einschlägigen Verhältnisse erkannt worden waren, wurde als provisorische Massregel die Filterleitung durch Räumung der aufgefundenen Verstopfung wieder in gehörigen Stand und damit das eigentliche Filter wieder in Thätigkeit gesetzt. Zur Verhütung einer Infektion des unterhalb des Filters in die Leitung einsickernden Limmatwassers waren so weit möglich alle vorher noch in die Limmat gelangenden Verunreinigungen von dieser abgeschlossen worden; es war daher der Zustand herbeigeführt, den man sich ursprünglich denken mochte. (Vgl. Seite 8.)

Gelangt man nun dazu, sich für die Beibehaltung des bisherigen Systems der Wasserversorgung im Prinzip zu entscheiden, so fragte es sich, ob und welche Veränderungen an demselben vorzunehmen seien, damit es allen berechtigten Anforderungen genüge und namentlich nicht mehr beschuldigt werden könne, zur Verbreitung von Typhus- und andern Epidemieen beizutragen.

*) Die seither ausgeführten Frühjahrs-Analysen, welche im Nachtrag zu Specialbericht Nr. 5 aufgeführt sind, bestätigen diese Vermuthung grossentheils, namentlich für das Gebiet des Glattthals.

Die statistischen Untersuchungen haben den Zusammenhang der Typhusepidemie mit dem Brauchwasser dargethan; dagegen lässt sich nicht direkt entscheiden, ob das Wasser im See infizirt war, oder die Infektion erst in der Verunreinigung des Wassers in seinem Laufe durch die Stadt beruhte. Der Eintritt der Infektion in die Wasserleitung fand sehr wahrscheinlich unterhalb der Rosengasse statt. Die Filtration, welcher das Wasser hier durch den Sand über der Leitung unterlag, war ausreichend zur Beseitigung jeder Trübung, allein, wie die Thatsachen lehren, *ungenügend, die Infektion abzuhalten.*

Wenn nun auch die vorgenommenen Reparaturen und die möglichste Abhaltung von Unreinigkeiten die Limmat in ihrem Laufe durch die Stadt gegenüber dem Zustande vom Frühjahr 1884 verbessert und wieder in denjenigen Zustand gebracht haben, der jahrelang unschädlich geblieben war, so ist doch sicher, dass eine ganze Anzahl Verunreinigungsgelegenheiten für die Limmat nicht aufgehoben werden können, und dass unter diesen gelegentlich auch eine verhängnissvolle sich befinden kann. Dass der Sand über der Leitung keine Garantie gegen das Eindringen einer solchen Infektion bietet, hat die Typhusepidemie bewiesen.

Die Kommission war daher einstimmig der Ansicht, dass ohne Rücksicht auf eine Reparatur der vorläufig provisorisch beseitigten Verstopfung, die Ersetzung der undichten als Filter wirkenden Leitung in der Limmat vom eigentlichen Filter an abwärts durch eine *geschlossene eiserne* Leitung erstes Erforderniss sei. Diese Forderung erschien um so dringender, als die Gefahr einer Infektion bei einem allfälligen Ausbruch der Cholera durch eine Verunreinigung auf dieser Strecke und derart eine Weiterverbreitung der Krankheit auf diesem Wege ebenso sehr zu befürchten war, wie bei der letzten Typhusepidemie.

Damit diese Arbeit bis zum Frühjahr 1885 ausgeführt werden könne, beantragte die Kommission beim Stadtrath, diesen Theil ihrer Vorschläge noch vor der gesammten Vorlage an die Gemeinde zu bringen, um den nöthigen Kredit dafür zu verlangen; letztere bewilligte denselben dann auch in der Gemeindsversammlung vom 28. Dezember. Es waltete dabei die Absicht ob, die neue Leitung in der Limmat vom Bahnhofplatz bis zur Rosengasse zu legen und dort provisorisch an die bestehende Filterleitung anzuschliessen, um die obere Partie bis zum See später im Jahr auszuführen.

Die Ersetzung der undichten Leitung durch eine dichte und die darin liegende Verminderung der bisherigen Filterfläche (vergl. Seite 18) erfordert nun nothwendig eine bedeutende Vergrösserung der eigentlichen Filterfläche, die ja schon in der ersten Anlage für nur halb so grosses Wasserbedürfniss auf ein Minimum beschränkt worden war. Bedeutende Bauten müssen also *jedenfalls* in Angriff genommen werden und so entstand die Frage, ob man unter diesen Umständen überhaupt noch an der bisherigen Fassungsstelle festhalten wolle oder ob es nicht richtiger sei, eine andere zu wählen.

In dieser Richtung liegen nun zwei Möglichkeiten vor:

1. Fassung des Wassers an der bisherigen Stelle zwischen Quaibrücke und Münsterbrücke, und Anlage eines beträchtlich vergrösserten Filters im Limmatbett nach Art des jetzt bestehenden. Diese Anlage mit der Leitung bis zum Pumpwerk hinunter wird auf zirka 500,000 Fr. veranschlagt.

2. Fassung des Wassers im offenen See oberhalb der Quaibrücke, Ableitung desselben nach dem Industriequartier in Aussersihl und Erstellung eines Filters im Trockenen daselbst. Je nach der Grösse, welche dem Trockenfilter gegeben würde, und der Konstruktionsweise kommt eine solche Anlage auf 750,000—1,000,000 Fr. zu stehen.

Zur Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten musste man sich an Hand der jetzt herrschenden Anschauungen über die Wahrscheinlichkeiten und die Wirkung einer Verunreinigung des Wassers an den beiden Stellen, sowie über die Nothwendigkeit und Wirksamkeit der Filtration Rechenschaft geben.

Es ist schon betont worden, dass bezüglich der Schädlichkeit von Verunreinigungen die Ansichten gegen früher sich verändert haben. Damals hielt man mehr das *Quantum* der Unreinheiten für in erster Linie massgebend, und tröstete sich gegenüber einzelnen zufälligen Verunreinigungsgelegenheiten stets mit der grossen Verdünnung. Jetzt benutzt man das chemisch und mikroskopisch bestimmbare Quantum der Verunreinigung nur noch als ungefähren Massstab für die Menge von Gelegenheiten, welche das Wasser hatte, specifisch gesundheitsgefährliche Stoffe aufzunehmen, während die Infektion selbst durch ganz specifische Keime oder Stoffe geschieht, die nur in seltenen Fällen direkte nachweisbar sind, und gegen deren Wirkung grosse Verdünnung keine Garantie bietet. Dem entsprechend sind auch die Anforderungen für Abhaltung zufälliger vereinzelter und vorübergehender Verunreinigungen heute viel schärfer, als sie es früher gewesen sein konnten. Die meiste Zuversicht kann nur dasjenige Wasser geben, welches nicht nur den wenigsten andauernden, sondern auch den wenigsten *zufälligen* Verunreinigungsgelegenheiten ausgesetzt ist.

Wie wir glauben, ist man berechtigt anzunehmen, dass das vom See herkommende Wasser in Folge der Grösse des Klärungs- und Oxydationsreservoirs, das der See darstellt, am freiesten von schädlichen Verunreinigungen

ist und dass wir auch den Typhus nicht vom offenen See her erhalten haben. Das im offenen Seebecken geschöpfte Wasser ist ferner jedenfalls vorübergehenden, zufälligen Verunreinigungen weit weniger ausgesetzt als das Wasser im schmälern und weniger tiefen Flussbett, wo die dem Ufer entlang ziehenden Wasserfäden sich mit denjenigen aus der Seemitte mehr und mehr mischen, und wo durch Einwerfen, Hereinfallen, Herabrutschen schädlicher Substanzen eine vorübergehende Infektion jederzeit leicht möglich ist. Es wäre gewiss keineswegs ausgeschlossen, dass sich für die Stelle des jetzigen Filters zeitweise ein Zustand geltend machen würde, wie er in diesem Frühjahr in verhängnissvoller Weise unterhalb der Rosengasse bestand.

Die Möglichkeit zufälliger Verunreinigungen ist auf einer in der Limmat liegenden Filterfläche von 5000 m^2 bedeutend grösser als bei einem im See befindlichen, oben bedeckten Fassungskasten von nur wenigen Quadratmetern Fläche. Auch ist ein Filter im Trockenen, wie es die Fassung des Wassers im See oberhalb der Quaibrücke mit sich bringt, immer leichter zu kontroliren, eventuell zu reinigen und zu erneuern, als ein solches im Limmatbett einige Meter unter Wasser. Zudem würde eine Fassung unterhalb belebter Verkehrspunkte, unterhalb der Dampfschifflandungsstelle und der Badanstalten seitens der Bevölkerung immer mit Misstrauen betrachtet werden, und zur Zeit von Epidemien schädlicher Besorgniss Nahrung geben.

Ob, wenn das Wasser weit im See draussen gefasst wird, ein Filter etwa ganz entbehrlich sei, ist mit Rücksicht auf die Resultate der chemischen und mikroskopischen Untersuchung entschieden zu verneinen.

Die Filtration ist unumgänglich nothwendig zur Entfernung von im Wasser vorkommenden suspendirten Organismen. Sie hält dadurch Nahrung für Zersetzungsprozesse und für Bacillen ab, sie hält sogar einen bedeutenden Theil der letzteren selbst zurück und sie klärt das Wasser, wenn es in Folge von Sturm zeitweise sich etwas getrübt hat.

Auf die Reinheit des zu gewinnenden Wassers haben somit zwei Dinge entscheidenden Einfluss: 1) die Fassungsstelle und 2) die Filtration. Wir müssen das Sicherste anstreben und entscheiden uns desshalb mit aller Bestimmtheit 1) für Fassung wenigstens 200 *m* oberhalb der Quaibrücke und 2) für Filtration. Mit diesem Entscheide war auch bestimmt, dass das Filter im Trockenen anzulegen sei, denn an der Fassungsstelle bei 15 bis 16 *m* Seetiefe lässt sich kein Filter bauen.

Diesen Beschlüssen gemäss soll nun die Fassung in einer Entfernung von wenigstens 200 *m* von den Ufern oberhalb der Quaibrücke geschehen, 4 *m* unter der Oberfläche in einem grossen Kasten, welcher nach oben vorspringend überdacht vor jedem Hineinfallen oder Hineinwerfen fremder Gegenstände geschützt ist. Das Wasser strömt an den Seiten durch Drahtgitter ein, welche hier schon gröbere Gegenstände (Fische etc.) zurückhalten.

Nach diesem Entscheid über die Fassungsstelle war die Möglichkeit gegeben, mit der Ableitung von der Fassungsstelle zum Pumpwerk oder zum Filter im Trockenen einen andern Weg zu verfolgen als der früher in Aussicht genommene durch die Limmat, z. B. durch die Bahnhofstrasse oder durch Thalgasse und Löwenstrasse, oder dann durch den Schanzengraben.

In der That liess sich gegen eine neue Leitung in der Limmat Verschiedenes einwenden. Es wurde bezweifelt, ob die Verbindungen der einzelnen Röhrenstücke unter Wasser durch den Taucher vollständig dicht hergestellt werden könnten, und besonders lag die Gefahr nahe, dass die zur Erstellung dieser Leitung nöthigen Baggerarbeiten der unterdessen oberhalb der Rosengasse noch fortfunktionirenden alten Filterleitung neuerdings beschmutztes resp. infizirtes Wasser zuführen könnten.

Die Idee, die neue Ableitung durch die Bahnhofstrasse zu führen, musste als ganz unzweckmässig fallen gelassen werden, indem eine solche Leitung, um mit natürlichem Druck zu wirken, etwa 6—7$^1/_2$ *m* unter das Strassenniveau und 2—2$^1/_2$ *m* unter das Grundwasser gelegt werden müsste, was beinahe unausführbar wäre und jedenfalls grosse Inkonvenienzen zur Folge hätte. Eine über dem Grundwasser liegende, als Heber wirkende Leitung, die nur in geringer Tiefe anzubringen wäre, hätte für den Verkehr und die schon bestehenden Leitungen, Kanäle u. s. w. dieselben Nachtheile, wäre mit theurem Betrieb verbunden und würde zu einer nachtheiligen Entlüftung des Wassers führen. Ebenso verhielte es sich mit dem Vorschlag, die Leitung durch die Thalgasse und Löwenstrasse zu legen.

Schliesslich blieb bloss der Weg durch den Schanzengraben und die Sihl übrig, mit Trockenlegung des Schanzengrabens zum Zweck der Röhrenlegung. Die Leitung wird dadurch im Ganzen beträchtlich länger, als durch die Limmat, dafür lässt sich die Einlegung der Röhren und ihre dichte Verbindung im Trocknen vornehmen, wodurch der Unterschied im Kostenbetrag weit weniger gross wird, als es die grössere Länge an sich bedingen würde.

Sanitarische Bedenken gegen eine Trockenlegung des Schanzengrabens können nicht den Ausschlag geben, denn die Typhusepidemien in den Frühjahren 1865 und 1872 haben nachweisbar ihre Ursachen in andern Umständen als der damaligen Austrocknung des Schanzengrabens gehabt.

Als Kosten der neuen Filterleitung sind berechnet worden:

Für die vollständig ausgeführte Leitung durch die Limmat Fr. 330,000. —

Für die Heberleitung durch Thalgasse, Löwenstrasse und die Sihl „ 400,000. —

Für die Leitung durch den Schanzengraben und die Sihl „ 340,000. —

Mit Schlussnahme vom 22. Februar 1885 hat die Gemeindeversammlung diesem Projekt der Legung der Leitung durch den Schanzengraben beigestimmt.

Die Frage, in welcher Weise das aus dem See zu schöpfende Wasser filtrirt werden soll, hat die Kommission wiederholt eingehend beschäftigt, und ist von einer besonderen Sub-Kommission im Einzelnen studirt worden. Man musste sich in erster Linie die Frage vorlegen, ob man die Filtration des Wassers den Privaten überlassen könnte. Allein die Reinigung des Wassers durch Hausfilter erwies sich als ein im Ganzen nicht durchführbares und sehr unsicheres, in vielen Fällen sogar gefährliches Verfahren. Die Kommission ist desshalb zu dem entschiedenen Urtheil gelangt, dass eine Filteranlage, wenn auch anfangs von beschränktem Umfange, durch welche das gesammte Wasser vor dem Eintritt in das Röhrennetz gehen muss, zu empfehlen sei.

Von der grossen Zahl empfohlener Filtrirmethoden zog die Kommission die neuern und wesentlichsten in Betracht. So die Schnellfiltration durch Schichten von Cellulose nach dem System von Piefke, die Mikromembranfiltration von F. Breyer in Wien durch Asbestfilz, das schnellfiltrirende amerikanische Sandfilter, die mechanischen Filter mit Waschschwämmen etc. Von verschiedenen Seiten sind auch spezielle Vorschläge in dieser Richtung gemacht worden, z. B. für Verwendung des Eisenschwammes zur Reinigung des Wassers, und die Filtrationsmethode von Dr. Gerson. Die nähere Prüfung, insbesondere der Umstand, dass die meisten der obigen Methoden neu sind und sich noch nicht praktisch bewährt haben, sowie auch die generellen Kostenaufstellungen führten nicht dazu, einem dieser Systeme den Vorzug zu geben. Die Kommission entschied sich für die Sandfiltration, welche überall da, wo sie richtig angelegt und vernünftig betrieben wird, unbestritten die besten Erfahrungen aufweist.

Wenn das uns mit nähern Vorlagen empfohlene Reinigungsverfahren, wonach das Wasser erst mit Eisenschwamm behandelt und nach darauf folgender Lüftung durch gewöhnliche Sandfilter gereinigt wird, heute nach den in Antwerpen gemachten Versuchen im Grossen die meiste Aussicht auf guten Erfolg zu bieten scheint, so darf nicht ohne Weiteres aus jenen Verhältnissen in Antwerpen auf die unsrigen geschlossen werden, ausserdem wären wir gegebenen Falls später immer noch in der Lage, zu dem Sandfilter das Verfahren mit Eisenschwamm hinzuzufügen.

Die Anlage von Sandfiltern präjudizirt also nicht die etwaige spätere Einrichtung anderer Filter, über welche noch weitere, naturgemäss zeitraubende Studien gemacht werden. Da aber die Zeit drängt, und es auf's höchste wünschbar ist, dass die Stadt *noch in diesem Jahre* und zwar vor den niedrigsten Wasserständen des Herbstes mit im See gefasstem und durch ein Filter geklärtem Wasser versehen werde, so kann die Kommission nur beantragen, mit möglichster Beförderung ein Sandfilter anzulegen.

Die einzig mögliche Stelle für dieses Filter befindet sich im Industriequartier oberhalb der Klingenstrasse, wo zwischen Limmatstrasse und Sihlquai genügender Raum ist, um die Anlage in Zukunft beliebig auch weitgehenden Anforderungen entsprechend vergrössern zu können.

Die Kommission ist der Ansicht, dass es mit Rücksicht auf die grosse Reinheit des Wassers an der projektirten Fassungsstelle vorläufig genüge, für Filtration des jetzigen Maximalbedarfes von ca. 20,000 m^3 per Tag mit einer Filtrirgeschwindigkeit von 6 *m* bis 8 *m* per Tag, also für eine Filterfläche von ca. 3000 bis 3500 m^2 zu sorgen. (Unter Filtrirgeschwindigkeit versteht man die Höhe der Wasserschicht, welche in 24 Stunden durch das Filter geht.) Das Projekt ist aber so zu entwerfen, dass durch blosse Zusätze die Filterfläche nach Belieben so weit vergrössert werden kann, um selbst bei steigendem Wasserverbrauch auf eine Geschwindigkeit von bloss 3 *m* per Tag zu gelangen. Dies ist die Filtrationsgeschwindigkeit, bei welcher nach den anderwärts herrschenden Anschauungen, die auch Herr Geheimrath Dr. Koch in seinem Schreiben theilt (vergl. Specialbericht Nr. 2), bei gehöriger Beaufsichtigung, Reinigung und Lüftung selbst sehr verunreinigtes Wasser, wie dasjenige der Themse und der Spree, völlig genügend gereinigt werden kann.

Das an genannter Stelle herzustellende Filter soll auch im Betriebe leicht zugänglich sein und Luft und Licht möglichst reichlich eindringen lassen, wodurch der Entwickelung schädlicher Organismen in dem Filterraume selbst entgegengetreten und die Beaufsichtigung und Reinigung des Filters erleichtert wird. Das Filter wird vollkommen wasserdicht erstellt werden, so dass ein Eindringen von Grundwasser in dasselbe nicht stattfinden kann, was übrigens schon durch die grössere Höhe des Wasserspiegels im Filter ausgeschlossen wäre.

Die verschiedenen Filterabtheilungen sollen durch natürlichen oder künstlichen Abfluss nach Belieben bis auf ihre Sohle trocken gelegt und dadurch durchlüftet werden können, was erfahrungsgemäss eine der besten Reinigungs-

methoden ist. Dass daneben die Erneuerung der obersten verunreinigten Sandschichten stattfinden muss, ist selbstverständlich. Die Kommission ist der Ansicht, dass ohne Schaden die Filtration schon vor Vollendung der Ueberdachung des Filters begonnen werden könne.

Am Schlusse des Kapitels über die Beibehaltung des bisherigen Systems können wir nicht umhin, noch die Nothwendigkeit der *Erweiterung des untern Reservoirs* zu betonen. Bei der jetzigen Reservoiranlage, die nach dem ersten bloss auf 10,000 m^3 Wasserverbrauch pro Tag berechneten Projekte nur zur Hälfte ausgeführt ist, können Reinigungsarbeiten ohne Betriebsstörungen nicht vorgenommen werden. Diesem Uebelstande lässt sich durch Hinzufügung einer zweiten unabhängigen Reservoirabtheilung sofort abhelfen. Die bestehende Abtheilung erweist sich ausserdem als viel zu klein, denn wie auf Seite 10 dargethan ist, beträgt der Reservoirinhalt bloss 49 Liter pro Kopf der angeschlossenen Bevölkerung, während zu gewissen Tagesstunden der „stündliche“ Verbrauch, in Folge der grossen Zahl von an dieses Leitungsnetz angeschlossenen Motoren, auf 25 bis 28 Liter pro Kopf ansteigt, so dass das Reservoir, wenn nicht gepumpt wird, kaum zwei Stunden ausreicht. Dieses Verhältniss beeinträchtigt den Betrieb seit längerer Zeit selbst bei der Möglichkeit, die Pumpenleistung für jedes Reservoir mehr oder weniger nach dem momentanen Bedarf einzurichten.

Das vom Ingenieurbureau vorgeschlagene Projekt nimmt in Berücksichtigung der Verhältnisse eine Vergrösserung um 3580 m^3 in Aussicht, womit der Gesammtinhalt dieses Reservoirs auf 5950 m^3 ansteigt, d. h. auf 125 Liter pro Kopf der angeschlossenen Bevölkerung. Die Kosten, welche schon in frühern Voranschlägen vorgesehen sind, stellen sich auf 90,000 Fr.

10. Vermehrung der Quellwasserbrunnen.

Obgleich die Kommission, wie im vorhergehenden Kapitel erläutert wurde, zu der Ansicht gelangt ist, das Brauchwasser sei derart zu verbessern, dass es ohne Bedenken getrunken und in Speisen genossen werden könne, und so allen billigen Anforderungen in dieser Hinsicht entspreche, so verkennt sie doch keineswegs die grosse Annehmlichkeit, welche frisches, beständig fliessendes Quellwasser zum Trinken bietet, namentlich im Sommer, wenn das Brauchwasser zu warm wird. Auch allen Denjenigen, welchen aus irgend einem Grunde das Brauchwasser nicht zusagt, soll die Möglichkeit geboten sein, Quellwasser zu trinken. Diesem Bedürfniss kann durch Zuführung neuen Quellwassers und durch Vermehrung der Trinkbrunnen entsprochen werden.

Am Schlusse des Capit. 2 pag. 13 findet sich eine übersichtliche Darstellung der Verhältnisse der Quellwasserbrunnen in Stadt und Ausgemeinden. Die Wünschbarkeit einer Vermehrung der Brunnen macht sich demnach besonders für die Gemeinden Hirslanden, Hottingen, Fluntern, Ober- und Unterstrass, Aussersihl und Enge fühlbar. Aber auch in der Stadt stellt sich das Bedürfniss nach etwelcher Vermehrung der Trinkbrunnen heraus, besonders aber tritt die Nothwendigkeit ein, diejenigen Quellen, welche schon nach den bisherigen Untersuchungen ungenügende Qualität aufweisen, oder welche der Möglichkeit einer Verunreinigung ausgesetzt sind, durch gute zu ersetzen. Weiter fortgesetzte Untersuchungen (das Wasser der städtischen Leitungen und Quellen ist in letzter Zeit wiederholt chemisch geprüft worden) haben noch genauer festzustellen, welche einzelnen Quellen von der Benutzung auszuschliessen seien. In Riesbach dürften sich gleichfalls einige Quellen als des Ersatzes durch bessere bedürftig herausstellen, wir denken hiebei an die Nachbarquellen der städtischen Seefeldquelle, welch Letztere ein Wasser liefert, das in sanitarischer Hinsicht entschieden zu beanstanden ist.

In Verfolgung dieses Zweckes hält es die erweiterte Wasserkommission für unumgänglich nothwendig, das Quantum des Quellwassers und der laufenden Brunnen zu vermehren. Mit 150 bis 180 solcher Brunnen, resp. Röhren, sollte dem gesammten Bedürfniss von Stadt und Ausgemeinden genügt werden, und die dazu erforderliche Wassermenge ist 500 bis 600 Minutenliter bei kleinem Stand, 800 bis 1000 Liter bei mittlerm Stand. Woher ein solches Quantum am ehesten zu entnehmen sei, hängt davon ab, ob alle Gemeinden gemeinschaftlich, oder nur einzelne derselben mit Trinkwasser versorgt werden wollen.

Hirslanden besitzt wie bereits früher erwähnt gute Quellen unterhalb Wytikon, es fehlt blos noch die Fassung, Zuleitung und die Anlage der Brunnen. Auch die Gemeinde Enge steht im Begriffe reichhaltige und sehr reine Quellen zu erwerben (pag. 30).

Als Bezugsorte für weiter benöthigtes Quellwasser sind zu bezeichnen, bei partiellem Vorgehen: für Zürich oder Aussersihl die Quellen am Westhange des nördlichen Ausläufers der Albiskette, ferner die Quellen zur Mühle Regensdorf; für Hottingen, eventuell auch für Zürich oder Riesbach, die Quellen, welchen der Wehrenbach seine Entstehung verdankt, in der Umgebung von Trichtenhausen; für Enge die mehrfach erwähnte Quellengruppe unter dem Grate des Albisrückens eine Viertelstunde oberhalb Buchenegg.

Alle diese Projekte für partielle Quellwasserzuleitung führen, theils der relativ grossen Entfernung, theils der weitläufigen Fassungen wegen auf verhältnissmässig grosse Kosten per Liter Wasser in der Minute.

Bei gemeinschaftlichem Vorgehen sämmtlicher Gemeinden eignen sich die Quellengebiete vom untern Sihlwald abwärts bis zum Schweizertobel, sowie dasjenige im Dietikonerberg; immerhin dürften sich nach den Berechnungen auch hier noch Zuleitungskosten von Fr. 450 bis 500 per Minutenliter Wasser im Tiefstande ergeben. Gesundes Quellwasser in irgend erheblicher Menge wird bei unsern Zürcherverhältnissen nicht billiger zu beschaffen sein.

Die Herbeiziehung der theilweise sehr guten Glattthalquellen würde der zu tiefen Lage wegen, diejenige der schönen Quellen im Sihl- und Lorzegebiet, weil zu weit entfernt, auf allzu grosse Kosten führen.

Um in Sachen der Quellwasserversorgung einen Entscheid fassen zu können, muss erstens das Wasser der in Frage kommenden Gebiete noch zu verschiedenen Zeiten, insbesondere im Frühjahr bei eintretendem Hochwasser chemisch und mikroskopisch untersucht werden; zweitens haben sich die einzelnen Gemeinden über die Art des Vorgehens unter sich zu verständigen. Jedenfalls kann die Erledigung *dieser* Angelegenheit nicht mehr Sache der erweiterten Wasserkommission sein, sondern sie muss dem Stadtrath die Unterhandlungen und dem städtischen Ingenieurbureau die Aufstellung der definitiven Projekte überlassen.

11. Anträge.

Durch die Ergebnisse ihrer Studien und Untersuchungen ist die Kommission dazu gelangt, für die zukünftige Gestaltung der Wasserversorgung der Stadt Zürich nebst Ausgemeinden eine Anzahl Anträge zu formuliren, die sich kurz in Folgendem zusammenfassen lassen.

1. Eine ganz neue Wasserversorgung aus einheitlichem Quell- oder Grundwasser ist aus verschiedenen Gründen nicht ausführbar.

2. Von einer gemischten Wasserversorgung in dem Sinne, dass bloss für die Küchen oder für den ganzen häuslichen Bedarf neues Quellwasser beigeschafft würde, muss ebenfalls abgesehen werden.

3. Das bisherige System gemischter Wasserversorgung aus Quellwasser für die öffentlichen Trinkbrunnen und Brauchwasser aus dem See für alle übrigen Zwecke ist im Prinzip beizubehalten, aber umzugestalten.

4. Die Fassungsstelle für das Brauchwasser soll in den See, wenigstens 200 *m* oberhalb die Quaibrücke und 4 *m* unter den Wasserspiegel verlegt werden.

5. Das bisherige Filter in der Limmat soll durch ein Filter im Trockenen im Industriequartier ersetzt werden.

6. Die Brauchwasserleitung soll von der Fassungsstelle an in dicht zusammengefügten eisernen Röhren von 900 *mm* Durchmesser erstellt, und durch das Bett des Schanzengrabens und der Sihl nach dem neuen Filter und von letzterm nach dem Pumpwerk im Letten geführt werden.

7. Das Filter im Industriequartier soll als Sandfilter vorläufig in einer solchen Ausdehnung erstellt werden, dass im Tag per Quadratmeter Fläche ca. 6 Kubikmeter Wasser filtrirt werden können; es soll inwendig jederzeit leicht zugänglich sein, und der Luft und dem Licht genügend Zutritt gestatten.

8. Es ist höchst wünschbar, die öffentlichen Trinkbrunnen der Stadt und einzelner Ausgemeinden durch Beiziehung neuen Quellwassers zu vermehren.

9. Seewasser und Brauchwasser, ebenso die bereits benutzten und neu zu verwendenden Quellwasser sollen, so weit thunlich, in regelmässigen Zeiträumen einer chemischen und mikroskopischen Untersuchung unterworfen werden.

10. Es sollen in regelmässigen Zeiträumen Spühlungen sämmtlicher Reservoirs und aller Leitungen vorgenommen werden.

11. Als ebenfalls sehr wünschbar bezeichnet die Kommission eine Erweiterung des untern Brauchwasserreservoirs um den Inhalt von ca. 3500 Kubikmeter.

Es liegt nun schliesslich die Frage auf Aller Lippen: Wenn alle die vorgeschlagenen Verbesserungen auch wirklich durchgeführt werden, ist dann die Stadt Zürich sicher, niemals mehr von einer Epidemie wie die letztjährige betroffen zu werden? Darauf ist einfach zu antworten: Eine absolute Garantie gegen alle und jede Krankheiten und deren Verbreitung existirt überhaupt nicht; Epidemien können das eine Mal aus dieser, das andere Mal aus einer andern, im Voraus nicht erkennbaren Ursache entstehen. Die Kommission hat aber das Bewusstsein, alle diejenigen Vorkehrungen berathen und beantragt zu haben, welche, bei dem heutigen Stand der Wissenschaft und bei den nun einmal für die Stadt Zürich vorhandenen thatsächlichen Verhältnissen bezüglich Wasserbeschaffung, zu möglichster Vermeidung sanitarischer Gefahren als geeignet bezeichnet werden können. Die Experten, auf deren Rath die Behörden und die Bevölkerung abgestellt haben, empfehlen das nach ihrer Ueberzeugung *Beste,* ohne eine unbedingte Garantie für den Erfolg übernehmen zu wollen noch zu können. Sie haben bei allen ihren Berathungen das Bewusstsein niemals fallen gelassen, dass, angesichts eines Unglückes wie die Typhusepidemie von 1884, es ihre Pflicht sei, unbekümmert um Nebeninteressen, einzig und allein das nach menschlichem Ermessen *Beste* unter dem Möglichen zu empfehlen, und sehen nun der Zukunft ruhig und voll Zuversicht ins Auge. Sie glauben aber, auch die grossen Kosten, welche der Einwohnerschaft aus diesen Neuerungen erwachsen, werden reichlich aufgewogen werden, wenn es überall herum bekannt wird, dass Zürich vor keinen Opfern zurückschreckt, um nach allen Richtungen möglichst gute sanitarische Zustände zu schaffen.

Zürich, im April 1885.

Die erweiterte Wasserkommission.

II. Theil.

Spezialberichte und Pläne.

1. Bericht betreffend die Ursachen der Typhusepidemie des Jahres 1884.

Von Dr. H. v. Wyss.

Die zur Prüfung der ursächlichen Verhältnisse der letztjährigen Typhusepidemie bestellte Spezialkommission der erweiterten Wasserkommission, welche sich vor die Aufgabe gestellt sah, zu untersuchen:

1. Ist dem Genusse des städtischen Brauchwassers ein wesentlicher Einfluss auf die vergangene Typhusepidemie zuzuschreiben, und wenn ja, aus welchen Erscheinungen lässt sich ein solcher erkennen?
2. Welche Umstände können diesen schädlichen Einfluss verursacht haben?
3. Haben andere Ursachen die Entwicklung der Epidemie veranlasst oder dazu mitgewirkt?

bemühte sich, um eine gewissenhafte Lösung dieser Frage anzubahnen, zunächst eine umfassende Kenntniss der Typhusepidemie selbst nach den verschiedensten Richtungen zu erlangen, ferner sich über die Beschaffenheit unseres Brauchwassers und Quellwassers, namentlich mit Bezug auf dessen fremde Bestandtheile, organisirter und nicht organisirter Natur, zu orientiren, sodann die Verhältnisse, welche erfahrungsgemäss überhaupt eine Typhusepidemie veranlassen oder begünstigen können, mit Bezug auf die letztjährige Epidemie in Zürich zu prüfen und endlich, falls es sich ergeben würde, dass deren Verbreitung wahrscheinlich auf dem Wege der Brauchwasserleitung stattgefunden habe, den Orten und Gelegenheiten nachzuforschen, an denen und durch welche das Eindringen des Typhuskeimes in das Wasser mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit geschehen sein konnte.

Wenn die im Nachfolgenden versuchte Lösung unserer Aufgabe hie und da noch Lücken aufweist, so darf doch hervorgehoben werden, dass die Kommission Alles gethan zu haben glaubt, um jedem Vorwurf der Einseitigkeit zu begegnen und das bei dem jetzigen Stande wissenschaftlicher Erfahrung Mögliche zu erreichen.

Ferner darf wohl betont werden, dass eine solche Untersuchung, sollte sie irgend Werth bekommen, sich auf den Boden der gegenwärtig bekannten wissenschaftlichen Thatsachen zu stützen hatte und auf diese fussend, nach einem gewissen Plan durchgeführt werden musste, da ein blosses Herumsuchen nach dieser oder jener Möglichkeit an sich niemals zu einem verwerthbaren Ergebniss hätte führen können.

Aus diesem Grunde wird es wohl auch nicht als überflüssig bezeichnet werden, wenn wir, bevor wir zu der eigentlichen Aufgabe übergehen, diejenigen Thatsachen, welche allseitig als gesichert anerkannt werden, und auf deren Grund sich die ätiologische Forschung zu bewegen hat, hier vorausschicken. Es sind im Wesentlichen folgende:

1. Der Typhus ist eine spezifische Krankheit, die durch einen in den menschlichen Körper gelangten spezifischen Organismus entsteht, welcher sich wahrscheinlich schon in demselben vermehrt, mit den Dejektionen des Kranken nach Aussen gelangt, und daselbst unter besonderen Bedingungen weiterer Vermehrung fähig ist.
2. Sowohl das Wasser, als der durch menschliche und thierische Abfälle verunreinigte Boden können den Typhuskeim beherbergen und kann er von da entweder durch das Trinkwasser direkt oder aus dem Boden vermittelst der Luft in den menschlichen Körper gelangen und die Krankheit wieder erzeugen.

 Als besonders die Infektion begünstigend müssen die Dejektionen der Kranken bezeichnet werden, sowie alle Gegenstände, an welchen diese haften.
3. Der organisirte Typhuskeim ist wahrscheinlich identisch mit einer bestimmten Art der sogenannten Spaltpilze, welche durch ihr massenhaftes Vorkommen im Darm, den Drüsen und der Milz des an Typhus Erkrankten, durch eine besondere Form und eigenthümliche Art der Sporenbildung, durch ein besonderes Verhalten gegenüber gewissen Farbstoffen und eine spezifische Form ihrer Kulturen in Nährgelatine gegenüber andern Arten von Spaltpilzen charakterisirt wird. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, dieselbe aus dem Wasser oder dem Boden rein zu züchten, noch auch auf experimentellem Wege durch Einimpfung derselben in den Thierkörper die Krankheit zu erzeugen. Aus diesen Sätzen folgt nun:

1. Es ist nicht anzunehmen, dass jede beliebige Verunreinigung des Trinkwassers Typhus erzeugt, selbst dem Wasser beigemengte Fäkalstoffe thun dies nicht, wenn sie den spezifischen Typhuskeim nicht enthalten.

2. Weder das Wasser noch der Boden ist je für sich als der alleinige Träger des Typhuskeimes a priori zu betrachten.
3. Die Ursache des Typhus kann nicht in einem der bis jetzt aus dem Wasser gezüchteten Bacillen gesucht werden.

Bevor wir auf unser eigentliches Thema eintreten, mögen hier ferner die Grundsätze festgestellt werden, welche uns bei der Ausscheidung primärer und sekundärer Fälle geleitet haben.

Zunächst kam in Frage, ob und in wie weit eine solche Ausscheidung überhaupt berechtigt ist und dann, nach welchen Motiven dabei verfahren werden musste, um zu einem annähernd sichern Resultate zu gelangen. Der Weg, den die Kommission zunächst betreten zu sollen glaubte, nämlich sich vermittelst eines Fragenschema's an die Anzeige erstattenden Aerzte zu wenden, führte nicht zum Ziele. Einerseits ergab sich eine so grosse Divergenz der Auffassungen, anderseits wurde die Unterscheidung in s› vielen Fällen unklar gelassen, dass darauf kein Resultat zu gründen war. Diese Unsicherheit belehrte zugleich am schlagendsten, wie wenig eine Einigung darüber, was bei Typhus als primär und sekundär zu bezeichnen sei, erzielt ist. Da das bei der Enquête erhobene Material eine viel genauere Einsicht in die Verhältnisse jedes einzelnen Falles gestattete, so konnte nur vermittelst desselben einige Klarheit geschafft werden, wobei man sich zum Voraus vor jedem einseitigen und schablonenhaften Vorgehen hüten musste.

Nach bisherigen Erfahrungen muss doch so viel zugegeben werden, dass eine Uebertragung des Typhus von Person zu Person, welche ja nicht nothwendig durch direkt von den Kranken ausgehende Emanationen zu geschehen braucht, in beschränktem Umfang, wenn längerer und intensiverer Verkehr mit den Kranken stattfindet, angenommen werden muss, ferner, dass da, wo die Wohnungen und namentlich die Abtrittsverhältnisse ungünstig liegen, die Schaffung eines Infektionsheerdes durch einen einzigen Fall, welcher dann später sämmtliche Bewohner des Hauses gefährdet, geschehen kann.

Berücksichtigt man die Verhältnisse in diesen beiden Richtungen, im Fernern die zu 10—14 Tagen definirbare Inkubationszeit der Krankheit, so wird dann die Ableitung einzelner Fälle als sekundär mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit zu machen sein.

Indem wir nun in allen Fällen, die irgend zweifelhaft erschienen, eine Prüfung dieser sämmtlichen Verhältnisse, welche uns die ebenso umsichtige als mühsame, von Herrn Polizeisekretär Zuppinger veranstaltete, Enquête gestattete, vornahmen, und darnach die Entscheidung trafen, glauben wir nicht weit vom richtigen Ziel abgewichen zu sein. Wenn nun auch vielleicht etwa 50 Fälle der ganzen Epidemie in dieser Beziehung unklar blieben, so fielen die hiemit begangenen Fehler doch entschieden weit kleiner aus, als wenn wir eine Unterscheidung in primäre und sekundäre Fälle ganz ausser Acht gelassen oder diese bloss schablonenhaft nach der zeitlichen Distanz der lokal vereinigten Erkrankungen vorgenommen hätten.

I. Verlauf der Epidemie.

Nach diesen kurzen zur Bestimmung unseres Standpunktes dienenden Sätzen wenden wir uns zunächst zu einer Betrachtung des Verlaufs unserer Epidemie, wobei wir von vorneherein Zürich und seine neun Ausgemeinden zusammenfassen.

Januar und Februar.

In den ersten zwei Monaten des Jahres 1884 konnte von einem epidemischen Auftreten des Typhus in der Stadt und den neun Ausgemeinden noch nicht gesprochen werden, da auf dem ganzen Gebiet im Monat Januar und Februar bloss je 11 Fälle vorkamen.

März.

Dagegen zeigt schon der Monat März eine bedeutende Vermehrung, nämlich 14 Fälle in der ersten, 32 in der zweiten, 36 in der dritten und 24 Fälle in der vierten Woche; zusammen 106 Fälle, wovon 101 als primär, 5 als sekundär anzusehen sind. Ferner finden wir bereits in diesem Monat eine Ausbreitung auf das ganze Gebiet, in dem betheiligt waren:

Primäre Erkrankungen im März.

Ort	Zahl der Einwohner	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt
Zürich Stadt	26499	45	1.7
Aussersihl	16560	20	1.2
Enge	4897	5	1.0
Fluntern	3415	2	0.6
Hirslanden	3412	1	0.3
Hottingen	6570	8	1.2
Oberstrass	3548	1	0.3
Riesbach	10172	11	1.1
Unterstrass	3525	6	1.7
Wiedikon	4248	2	0.5
Total und Durchschnitt	82846	101	1.2

Es ist also als erste wichtige Thatsache hervorzuheben, *dass vom Beginn der Epidemie an eine Lokalisation derselben nach Heerden nirgends mit Deutlichkeit zu konstatiren war*, Zürich mit den neun Ausgemeinden als Ganzes betrachtet.

Sehen wir nun, wie sich die Verhältnisse für den Monat April gestalten.

April.

Im Monat April vertheilen sich die Erkrankungen in folgender Weise:

I. Woche	56 primäre,	2 sekundäre,	Total 58
II. „	246 „	8 „	„ 254
III. „	343 „	21 „	„ 364
IV. „	225 „	20 „	„ 245
	870 primäre,	51 sekundäre,	Total 921

Primäre Erkrankungen im April.

Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt	Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt
			Uebertrag ...	652	
Zürich Stadt ...	378	14,5	Hottingen ...	53	8,1
Aussersihl	189	11,4	Oberstrass ...	33	9,3
Enge	63	12,9	Riesbach	82	8,1
Fluntern	16	4,7	Unterstrass ...	34	9,6
Hirslanden	6	1,8	Wiedikon... ...	16	3,8
Uebertrag ...	652		Total u. Durchschnitt	870	10,5

Zunächst sehen wir ein rapides Ansteigen der Erkrankungen in der zweiten Woche des Monats, das so bedeutend ist, dass erst von da an die eigentliche Epidemie im engern Sinn gerechnet werden kann. Den Höhepunkt erreichen die Ziffern der Erkrankungen in der dritten Woche, um in der vierten Woche auf die Höhe der zweiten zurückzufallen. Die Betheiligung der einzelnen Gemeinden ist eine ziemlich gleichmässige, ca. 1 % der Einwohner in Aussersihl, Unterstrass, Oberstrass, Hottingen, Riesbach, 1,3 bis 1,4 % in Enge und Zürich, weit geringer als 1 % bloss in Wiedikon, Fluntern und besonders Hirslanden. Bei der sehr grossen Zahl der Erkrankungen in diesem Monat erscheint es gerechtfertigt, eine Zusammenstellung derselben nach einzelnen Tagen folgen zu lassen.

Tägliche Erkrankungen im April.

Datum	primär	sekundär	Total	Datum	primär	sekundär	Total
				Uebertr.	356	15	371
1	6	—	6	16	43	1	44
2	2	—	2	17	48	3	51
3	3	1	4	18	46	4	50
4	5	—	5	19	51	2	53
5	12	1	13	20	60	4	64
6	15	—	15	21	41	2	43
7	13	—	13	22	46	—	46
8	15	1	16	23	35	1	36
9	20	—	20	24	28	5	33
10	33	—	33	25	27	5	32
11	37	1	38	26	29	3	32
12	36	1	37	27	18	2	20
13	45	1	46	28	13	2	15
14	60	4	64	29	16	2	18
15	54	5	59	30	13	–	13
Uebertr.	356	15	371	Total	870	51	921

Mai.

Im Mai gestalteten sich nun die Verhältnisse in folgender Weise:

I. Woche:	primär 94 Fälle,	sekundär 37 Fälle,	Total 131
II. „	„ 34 „	„ 20 „	„ 54
III. „	„ 33 „	„ 26 „	„ 59
IV. „	„ 26 „	„ 38 „	„ 64
Total:	primär 187 Fälle,	sekundär 121 Fälle,	Total 308

Primäre Erkrankungen im Mai.

Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt	Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt
			Uebertrag ...	136	
Zürich Stadt ...	71	2,7	Hottingen ...	9	1,4
Aussersihl	38	2,3	Oberstrass ...	4	1,1
Enge	20	4,1	Riesbach	23	2,3
Fluntern	3	0,9	Unterstrass ...	7	2,0
Hirslanden	4	1,2	Wiedikon... ...	8	1,9
Uebertrag ...	136		Total u. Durchschnitt	187	2,3

Hiernach ist die Zahl der sekundären Erkrankungen in diesem Monat zwar gestiegen von 51 im April auf 121, die Zahl der primären aber in einem stärkern Verhältniss zurückgegangen, von 870 auf 187, somit auch die Gesammtzahl der Erkrankungen kleiner geworden. Nach der Zahl der primär Erkrankten ordnen sich die einzelnen Gemeinden in absteigender Linie wie folgt: Enge, Zürich Stadt, Aussersihl, Riesbach, Unterstrass, Wiedikon, Hottingen, Hirslanden, Oberstrass und Fluntern.

Juni.

Im Monat Juni beträgt die Gesammtzahl der Erkrankungen nur noch 158, davon sind primär 85, sekundär 73.

I. Woche	primär 27	sekundär 26	Total 53
II. „	„ 24	„ 19	„ 43
III. „	„ 22	„ 17	„ 39
IV. „	„ 12	„ 11	„ 23
	primär 85	sekundär 73	Total 158

Primäre Erkrankungen im Juni.

Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt	Ort	Zahl der Fälle	Von 1000 Einwohnern erkrankt
			Uebertrag ...	64	
Zürich Stadt ...	20	0,8	Hottingen ...	4	0,6
Aussersihl	30	1,8	Oberstrass ...	2	0,6
Enge	9	1,8	Riesbach	11	1,1
Fluntern	2	0,6	Unterstrass ...	2	0,6
Hirslanden	3	0,9	Wiedikon... ...	2	0,5
Uebertrag ...	64		Total u. Durchschnitt	85	1,0

Wir sehen hieraus, dass bloss noch Riesbach und besonders Aussersihl und Enge eine nennenswerthe Zahl von Erkrankungen aufweisen und die Zahl der sekundären

Fälle lange nicht in demselben Maasse abgenommen hat. Immerhin deutet die Zusammenstellung der Typhusfälle nach den einzelnen Wochen des Monats Juni darauf hin, dass die eigentliche Ursache der Epidemie nahezu zu wirken aufgehört haben musste. Man einigte sich daher dahin, die eigentliche Epidemie mit Ende Juni als beendet anzusehen, wenn auch die Erkrankungen an Typhus, welche die nächsten vier Monate brachten, noch etwas zahlreicher waren, als es sonst gewöhnlich in dieser Zeit der Fall zu sein pflegt. Es kamen nämlich vor:

im Monat	Juli	primäre Fälle	27,	sekundäre	19
„ „	August	„	14	„	24
„ „	September	„	13	„	18
„ „	Oktober	„	6	„	7

oder Total: Juli 46, August 38, September 31, Oktober 13 (siehe Generaltabelle).

Anzahl der Typhusfälle nach den einzelnen Gemeinden geordnet.

Gemeinden	Primäre Fälle										Sekundäre Fälle		Gesammttotal	
	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Total	Auf 1000 Einwohner	Total	Auf 1000 Einwohner	absolut	Auf 1000 Einwohner
Zürich Stadt ...	45	378	71	20	7	1	5	2	529	20,0	98	3,7	627	23,7
Aussersihl	20	189	38	30	6	7	5	3	298	18,0	119	7,2	417	25,2
Enge	5	63	20	9	2	—	—	—	99	20,2	11	2,2	110	22,4
Fluntern...	2	16	3	2	1	1	—	—	25	7,3	18	5,3	43	12,6
Hirslanden	1	6	4	3	—	1	—	—	15	4,4	6	1,8	21	6,2
Hottingen	8	53	9	4	—	1	—	—	75	11,4	7	1,1	82	12,5
Oberstrass	1	33	4	2	—	—	—	—	40	11,3	9	2,5	49	13,8
Riesbach	11	82	23	11	7	2	1	—	137	13,5	24	2,3	161	15,8
Unterstrass	6	34	7	2	3	—	2	1	55	15,6	9	2,6	64	18,2
Wiedikon	2	16	8	2	1	1	—	—	30	7,1	17	4,0	47	11,1
Total u. Durchschnitt	101	870	187	85	27	14	13	6	1303	15,7	318	3,8	1621	19,5

Zahl der Erkrankungen nach Wochen in den Monaten März bis Juni.

	März	April			Mai			Juni		
	Total	primär	sekundär	Total	primär	sekundär	Total	primär	sekundär	Total
1. Woche... ...	14	56	2	58	94	37	131	27	26	53
2. Woche... ...	32	246	8	254	34	20	54	24	19	43
3. Woche... ...	36	343	21	364	33	26	59	22	17	39
4. Woche... ...	24	225	20	245	26	38	64	12	11	23
Total ...	106	870	51	921	187	121	308	85	73	158

Gesammtübersicht der Typhusfälle.

Monat	primär	sekundär	Total
März	101	5	106
April	870	51	921
Mai	187	121	308
Juni	85	73	158
Juli	27	19	46
August	14	24	38
September	13	18	31
Oktober...	6	7	13
Total ...	1303	318	1621

Anmerkung. In den obigen Tabellen sind 4 Typhusfälle nicht mit aufgezählt, die von aussen her importirt wurden. Mit Inbegriff derselben würde sich die Gesammtsumme der Fälle auf 1625 stellen.

Bisher war bloss vom Auftreten des Typhus in der Stadt und den neun Ausgemeinden die Rede, also dem Gebiete, welches mit demjenigen der gemeinsamen Brauchwasserleitung zusammenfällt. Es muss daher zunächst interessiren, zu erfahren, was wir vom Auftreten des Typhus im weitern Umkreis der zunächst angeschlossenen Gemeinden wissen, also von Wollishofen, Altstetten, Albisrieden, Wipkingen und Zollikon. Da begegnen wir nun folgenden Verhältnissen:

	Zahl der Fälle im März	April	Mai	Juni
Wollishofen	—	—	—	—
Altstetten	—	—	—	—
Albisrieden	—	—	—	—
Wipkingen	3	1	—	1
Zollikon	1	—	—	—

Diese Zahlen zeigen mit Bestimmtheit, dass von epidemischem Auftreten des Typhus in diesen Gemeinden

nicht gesprochen werden kann, dass sich die Epidemie also in der That streng auf das oben bezeichnete Gebiet von Zürich und den neun Ausgemeinden beschränkt hat.

Alter, Geschlecht, Beruf, sociale Stellung und Mortalität der Typhuskranken.

Die Bestimmung des Alters und Geschlechtes der an Typhus Erkrankten ist nothwendig, weil, wenn wir allfällige Abweichungen von dem sonst bekannten Verhältniss der Disposition der einzelnen Altersstufen für die genannte Krankheit finden würden, dies für die Aetiologie Andeutungen geben könnte. Es sind nun erkrankt:

Alter	Männlich			Weiblich			General-Total
	Primär	Secundär	Total	Primär	Secundär	Total	
0— 4 Jahre	44	16	60	34	14	48	108
5— 9 „	62	17	79	89	24	113	192
10—14 „	82	19	101	89	23	112	213
15—19 „	88	26	114	83	19	102	216
20—24 „	107	22	129	114	16	130	259
25—29 „	74	17	91	84	16	100	191
30—34 „	44	8	52	48	16	64	116
35—39 „	33	7	40	56	17	73	113
40—44 „	28	6	34	30	12	42	76
45—49 „	22	4	26	9	7	16	42
50—54 „	19	5	24	12	3	15	39
55—59 „	10	0	10	10	1	11	21
60-64 „	8	1	9	14	0	14	23
65—69 „	3	0	3	5	1	6	9
70—79 „	1	1	2	1	0	1	3
Total	625	149	774	678	169	847	1621

	Primäre Fälle:	Secundäre Fälle:
Weiblich Total: 847.		
Männlich Total: 774.	Männlich: 625.	Männlich: 149.
Differenz 73.	Weiblich: 678.	Weiblich: 169.
Zusammen 1621.	Zusammen 1303.	Zusammen 318.

Die Differenz zwischen den Erkrankungen beider Geschlechter beträgt also bloss ein Mehr von 73 Fällen auf Rechnung des weiblichen Geschlechtes oder auf die Gesammtsumme aller Erkrankungsfälle von 1621 bezogen: 4,5 %. In der Hauptsache das Nämliche ergibt sich auch bei Vergleichung der Betheiligung der beiden Geschlechter auf jeder einzelnen Altersstufe: Von den 15 Stufen zeigen 10 eine stärkere, nur 5 eine etwas schwächere Betheiligung des weiblichen Geschlechtes. Irgend eine weitere gesetzmässige Beziehung ist dabei nicht zu erkennen.

Berechnet man gemäss den nach der Volkszählung von 1880 gemachten Zusammenstellungen des eidgen. statistischen Bureau, wie viele von 1621 Personen auf jede einzelne der obigen Altersstufen fallen und vergleicht man mit den so gewonnenen Zahlen die Erkrankungsziffern für die entsprechenden Altersstufen, so erhält man Folgendes:

Alter	Von 1621 Personen			
	leben		sind erkrankt	
	%	Personen	Personen	%
0— 4 Jahre	11,2 %	181,5	108	6,7
5— 9 „	9,5	154,0	192	11,8
10—14 „	8,7	141,0	213	13,1
15—19 „	9,4	152,5	216	13,3
20—24 „	9,1	147,5	259	16,0
25—29 „	7,9	128,0	191	11,8
30—34 „	7,4	120,0	116	7,2
35—39 „	7,0	113,5	113	7,0
40—44 „	6,5	105,5	76	4,7
45—49 „	5,6	91,0	42	2,6
50—54 „	5,1	83,0	39	2,4
55—59 „	4,4	71,5	21	1,3
60—64 „	3,3	53,5	23	1,4
65—69 „	2,3	37,0	9	0,6
70—74 „	1,4	22,5	2	0,1
75—79 „	0,8	13,0	1	0,0
80—84 „	0,3	4,5	0	0,0
85—89 „	0,1	1,5	0	0,0
	100 %	1621	1621	100 %

Daraus folgt, dass die Prozentzahl der Erkrankten in den ersten fünf Lebensjahren um 4,5 % hinter der Prozentzahl Lebender dieses Alters zurückbleibt, dann aber die Prozentzahl der Lebenden

in den Jahren 5— 9 um 2,3 %
„ 10—14 „ 4,4 „
„ 15—19 „ 3,9 „
„ 20—24 „ 6,9 „
„ 25—29 „ 3,9 „

überschritten wird, um sich nachher abermals über die Prozentzahl der Erkrankten zu erheben und zwar

in den Jahren 30—34 um 0,2 %
„ 35—39 „ 0,0 „
„ 40—44 „ 1,8 „
„ 45—49 „ 3,0 „
„ 50—54 „ 2,7 „
„ 55—59 „ 3,1 „
„ 60—64 „ 1,9 „
„ 65—69 „ 1,7 „

Vergleichsweise fügen wir eine Statistik hier an, welche dem Werke von Murchison *) entnommen ist:

Unter 5 Jahren		58 Fälle	0,98 %
Von 5— 9	„	558 „	9,44 „
„ 10—14	„	1174 „	18,16 „
„ 15—19	„	1588 „	26,86 „
„ 20—24	„	1164 „	19,69 „
„ 25—29	„	600 „	10,15 „
Uebertrag		5142 Fälle.	

*) Murchison, Treatise on continued fevers of Great Britain, II. edit., pag. 439.

Uebertrag	5142 Fälle.		
Von 30—34 Jahren	297 „	5,36 %	
„ 35—39 „	201 „	3,40 „	
„ 40—44 „	124 „	2,09 „	
„ 45—49 „	64 „	1,08 „	
„ 50—54 „	36 „	0,60 „	
„ 55—59 „	20 „	0,33 „	
„ 60—64 „	20 „	0,33 „	
„ 65—69 „	5 „	0,08 „	
„ 70—74 „	— „	—	
„ 75—79 „	2 „	0,03 „	
Nicht ermittelt	77 „	1,30 „	
Total	5988 Fälle.		

Diese Fälle wurden in den Jahren 1848—1870 im London Fever Hopital aufgenommen. Da es sich um eine Spitalstatistik handelt, so ist offenbar der Prozentsatz, der von 0—15 Jahren sich ergibt, zu klein gegenüber der Zahl der im Ganzen in diesem Alter Erkrankten. Wir haben also keinen Grund, wegen der etwas abweichenden Zahlen unserer Zusammenstellung eine Ausnahme für unsere Epidemie zu konstatiren, sondern sehen durch dieselben bloss das allgemeine Gesetz wieder bestätigt, dass der Typhus wesentlich eine Erkrankung des jugendlichen Alters ist.

Im Anschlusse an das Alter betrachten wir hier gleich noch die *Mortalitätsverhältnisse.*

Es sind von den 1625 Erkrankten gestorben 148, die Mortalität der Erkrankten beträgt also 9,11 %. Von diesen 148 Todesfällen sind 120 primäre, 27 sekundäre Erkrankungen, 1 Fall ist zugereist. Nach den Gemeinden vertheilen sich dieselben wie folgt:

		Uebertrag …	84
Zürich …	63	Oberstrass …	6
Riesbach …	16	Unterstrass …	5
Hirslanden …	1	Aussersihl …	40
Hottingen …	1	Wiedikon …	6
Fluntern …	3	Enge …	7
Uebertrag	84	Total	148

Nach der Zeit der Erkrankung:

Zahl der Todesfälle.

Monat	absolut	in % der Erkrankungen
März …	17	16,0
April …	85	9,2
Mai …	26	8,4
Juni …	13	8,2
Juli …	2	4,3
August …	3	7,9
September …	2	6,5
Oktober …	0	0
	148	9,1

Wir erkennen daraus, dass die Zeit der Erkrankung einen ziemlich bedeutenden Einfluss auf die Mortalität ausübt, denn diese ist bei den früher Erkrankten verhältnissmässig viel grösser.

Nach dem Alter der Gestorbenen vertheilen sich die Todesfälle folgendermassen:

	Todesfälle	% der Erkrankten
0— 4 Jahre	3	2,7
5— 9 „	12	6,2
10—14 „	8	3,7
15—19 „	15	6,9
20—24 „	30	11,6
25—29 „	21	11,0
30—34 „	12	10,0
35—39 „	7	6,2
40—44 „	11	14,4
45—49 „	5	12,0
50—54 „	9	23,0
55—59 „	6	30,0
60—64 „	5	22,0
65—69 „	3	33,0
70—74 „	—	—
75—79 „	1	100,0
	148	

Nach dieser Zusammenstellung sehen wir die Sterblichkeit bis zum 20. Jahr bedeutend unter 10 %, dann bis zum 40. Jahr ungefähr auf gleicher Höhe von ca. 10 %, hernach rasch bis auf's Doppelte und Dreifache ansteigen.

Auch dieses Verhältniss entspricht bekannten Erfahrungen.

Unsere Epidemie, wegen der relativ geringen Mortalität von bloss 9,11 % als eine leichte zu taxiren, wie es vielfach geschehen sein mag, halten wir nicht für zulässig. Denn es steht fest, dass die Mortalität namentlich beim Typhus nicht als der alleinige Massstab für den Verlust und das Unglück, welches der Bevölkerung aus einer Epidemie erwächst, gelten kann, sondern die Krankheitsdauer mit all' ihren Folgen sehr in den Vordergrund tritt. In der That ergibt sich denn auch aus den von den Aerzten eingereichten Berichten, dass diese von 1289 Fällen nur 285 als leichte, 411 als mittelschwere und 300 als schwere bezeichnet haben, wozu noch kommen 108 tödtlich verlaufene und 185 nicht bestimmte.

Wenn ferner die Zusammenstellung der an Typhus Erkrankten nach ihren *Berufsarten* kein frappantes Ergebniss geliefert hat, so hat sie doch ein gewisses Interesse, weil sie einen ersten Einblick gewährt in die soziale Stellung der Betroffenen. Die Klassifikation erfolgt nach Gruppen mit abnehmender Frequenz der Erkrankungen, wobei von einer Wiedergabe derjenigen Klassen, welche unter zehn

Fälle aufweisen, hier wohl abgesehen werden kann. Es erkrankten:

Schulkinder	352
Nichtschulpflichtige Kinder	155
Hausfrauen	177
Weibliche Dienstboten	110
Ohne Beruf oder unbekannt	102
Buchhalter und Commis	53
Kaufleute	41
Schneiderinnen	39
Eisenbahnangestellte	33
Fabrikarbeiter, Partikulare, Schreiner, Schlosser	20—30
Maurer, Erdarbeiter, Studenten, Bäcker, Postbeamte, Maler, Seidenwinderinnen, Wäscherinnen, Handlanger und Taglöhner, Schneider, Knechte, Wirthe, Mechaniker	10—20

Leider fehlen uns statistische Angaben über das Verhältniss der Frequenz der einzelnen Berufsarten zur gesammten Bevölkerung für das Gebiet der Epidemie, welche mit obigen Zahlen in Beziehung gesetzt, erst bestimmtere Ergebnisse liefern würden.

Dagegen wurden genauere Nachforschungen angestellt über die *sozialen Verhältnisse* der Erkrankten und hiebei nach folgenden Gesichtspunkten vier Klassen ausgeschieden:

I. Kapitalisten, Grossindustrielle, Grosskaufleute, gut situirte Kaufleute überhaupt, Gewerbetreibende, grössere Handwerker, höhere Beamte und Angestellte.

II. Kleine Gewerbsleute, Handwerker, Commis, subalterne Beamte und Angestellte.

III. Arbeiter und unterste Angestellte, Dienstboten.

IV. Unterstützungsbedürftige.

Nach diesen Klassen ergeben sich folgende Zahlen:

	Primäre Fälle	Sekundäre Fälle
Klasse I	300 = 23 %	59 = 19 %
„ II	324 = 25 „	58 = 18 „
„ III	546 = 42 „	146 = 46 „
„ IV	133 = 10 „	55 = 17 „
	1303 100 %	318 100 %

Hieraus darf wohl der Schluss gezogen werden, es *seien ziemlich alle sozialen Stufen gleichmässig von der Epidemie betroffen worden,* denn es liegt aller Grund vor anzunehmen, vorstehende Prozentzahlen entsprechen im Grossen und Ganzen dem Verhältniss der bezüglichen Klassen überhaupt.

Da es im Weitern wohl als erwiesen angesehen werden darf, dass Schmutz und Unreinlichkeit in der Beförderung der Epidemie überhaupt einen wichtigen Faktor bilden, so sind auch hierüber Erhebungen angestellt worden und ergaben sich wiederum bei einer Klassifikation nach vier Abtheilungen folgende Zahlen, wobei die erste Abtheilung den besten, die letzte den schlechtesten diesfalls herrschenden Verhältnissen entspricht:

	Primäre Fälle	Sekundäre Fälle
I	772 = 59,2 %	159 = 49,9 %
II	402 = 30,9 „	123 = 38,8 „
III	112 = 8,6 „	31 = 9,7 „
IV	17 = 1,3 „	5 = 1,6 „
	1303 100 %	318 100 %

Da sowohl die primär als sekundär Erkrankten der beiden ersten Kategorien zusammen je 90 % aller bezüglichen Fälle ausmachen, ist klar, dass eine Begünstigung der Epidemie durch mangelhafte Reinlichkeit nicht angenommen werden kann. Uebrigens geht nebenbei aus diesen Zahlen hervor, dass selbst in der weniger günstig situirten Bevölkerung, was Reinlichkeit und Ordnung anbetrifft, die Verhältnisse gut sind.

Nachdem wir bisher bemüht waren, ein übersichtliches Bild von dem Gange der Epidemie und deren allgemeineren Verhältnissen zu geben, haben wir uns nun der Ausmittlung der Ursachen derselben zuzuwenden und wir hoffen in Nachfolgendem der Aufgabe einigermassen gerecht geworden zu sein, die sämmtlichen Momente, denen in dieser Beziehung Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, so gut dies möglich ist, berücksichtigt zu haben.

II. Die Epidemie im Verhältniss zur Dichtigkeit der Bevölkerung.

Es ist einleuchtend, dass diesem Punkt vom Beginn der Epidemie an ein Hauptaugenmerk geschenkt werden musste, weil man hoffen konnte, aus dem Verhältniss, welches die Dichtigkeit der Bevölkerung an den verschiedensten Stellen zur Frequenz der allmälig sich mehrenden Fälle zeigte, einen nähern Anhaltspunkt für die Ursachen insofern zu gewinnen, als ein heerdweises Auftreten der Fälle in gewissen Quartieren auf eine lokale Ursache hingewiesen haben würde, oder auch überhaupt ein gehäuftes Vorkommen der Fälle in den dichtest bevölkerten Quartieren darauf hätte hindeuten müssen, die Ursache im Boden oder in den Häusern zu suchen.

Grosse und kleine Stadt wurden in 68 Quartiere eingetheilt, diese nach Gesammtfläche, nach überbauten Flächen und Bewohnerzahl in Beziehung gesetzt; es wurde ferner ausgerechnet, wie viel Quadratmeter Gesammtfläche, Quadratmeter überbaute Flächen und Kubikmeter bewohnter Raum per Kopf auf jedes einzelne Quartier kommt.

Im Weitern wurde monatweise die Zahl der Typhusfälle für jedes einzelne Quartier, sowie die Gesammtzahl

während der gesammten Epidemie bestimmt und alle diese Verhältnisse auf eine Reihe von Plänen durch das städtische Ingenieurbureau aufgetragen. Sowohl die numerischen Zusammenstellungen als die graphische Darstellung ergaben aber kein im Wesentlichen von der schon angeführten Vertheilung der Typhusfälle in den einzelnen *Gemeinden* abweichendes Resultat, d. h. es sind in keiner Gemeinde irgend wie bestimmte Heerde gehäufterer Erkrankungen gefunden worden, die auf eine lokale Ursache zu beziehen gewesen wären.

Das Eingehen in die Details dieser sehr ausgedehnten und mühevollen Untersuchung kann daher hier um so eher unterlassen werden, als bei dieser einfachen Raumeintheilung, sowie sie in's Detail geht, selbstverständlich Zufälligkeiten eine bedeutende Rolle spielen.

So kann z. B. ein einzelnes, grosses, rings weitum freistehendes Haus, falls dasselbe stark bevölkert ist, mit Bezug auf diese Verhältnisse dasselbe Bild zeigen, wie ein durchweg mit kleinen Häusern besetztes Terrain, ein Unterschied, der gerade bei der hier vorliegenden Betrachtung eben gewiss in's Gewicht fällt.

Die Zusammenstellung der Typhusfrequenz in primären Fällen nach Gemeinden (pag. 58) hat also ergeben:

Zürich	20,0	auf 1000 Einwohner.
Aussersihl	18,0	„ „ „
Enge	20,2	„ „ „
Fluntern	7,3	„ „ „
Hirslanden	4,4	„ „ „
Hottingen	11,4	„ „ „
Oberstrass	11,3	„ „ „
Riesbach	13,5	„ „ „
Unterstrass	15,6	„ „ „
Wiedikon	7,1	„ „ „
Im Durchschnitt	15,7	auf 1000 Einwohner.

Die Berechnung dieser Verhältnisse, sowie überhaupt aller schon bisher gegebenen gemeindeweisen Zusammenstellungen, beruht nun aber auf der Ermittlung des Domizils der einzelnen Patienten, wobei also die Krankenanstalten ausgeschieden sind, selbstverständlich die erste Bedingung, um die Verhältnisse in dieser Beziehung einigermassen richtig zu stellen.

Doch kann auch diese Grundlage durchaus nicht als absolut zuverlässig gelten, da eine grosse Zahl der Patienten den Tag über ausserhalb ihres Wohnortes in andern Gemeinden, da und dort, beschäftigt waren.

Die hieraus entstehende Unsicherheit lässt sich durch keine Korrektur beseitigen, da es nothwendig wäre, zu wissen, nicht nur, wo der Betreffende zuerst krank gelegen hat, sondern, an welchem Ort er infizirt worden ist, ein Umstand, dessen genaue Eruirung nach Ort und Zeit selbstverständlich hier völlig unmöglich ist. Es bleibt daher nur übrig, die Verhältnisse in den gröbern Zügen zu beurtheilen, während die Ausrechnung bis in's Detail nothwendig zu trügerischen Schlüssen führen müsste. Die obigen Verhältnisszahlen lehren nun, dass, abgesehen von Fluntern, Hirslanden und Wiedikon, die Vertheilung auf das ganze Gebiet eine recht gleichförmige ist. Wie schon oben bemerkt, wiederholt sich dieselbe Art der Vertheilung auch in den einzelnen Quartieren der verschiedenen Gemeinden mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit, namentlich lassen sich in den stärkern und am stärksten betheiligten Gemeinden deutliche Unterschiede nach quartierweisem Ergriffensein *nicht* erkennen.

Die Anzahl der Häuser, in welchen Typhusfälle vorkamen, beträgt 1076; nach Gemeinden ausgeschieden ergibt sich folgendes Verhältniss:

Gemeinde	Zahl der Wohnhäuser	Zahl der Typhushäuser	%
Zürich	1745	430	24,6
Aussersihl	865	230	26,5
Enge	366	77	21,0
Fluntern	177	29	16,4
Hirslanden	261	15	5,7
Hottingen	513	63	12,3
Oberstrass	252	38	15,1
Riesbach	690	118	17,1
Unterstrass	240	45	18,8
Wiedikon	239	31	13,0
Total ...	5348	1076	20,1

Am stärksten und unter sich nahezu gleich betroffen sind also Zürich, Aussersihl und Enge, dann Riesbach, Unterstrass, Fluntern und Oberstrass, in dritter Linie Hottingen und Wiedikon, weitaus am geringsten Hirslanden. Zieht man die allgemeinen Verhältnisse in Betracht, so zeigt sich zunächst die stärkste Betheiligung in den am dichtesten bevölkerten Gemeinden Zürich und Aussersihl, es folgen dann in abnehmender Reihe die mehr und mehr ländliche Verhältnisse darbietenden, d. h. viel freistehende Häuser zählenden Gemeinden, immerhin nicht so, dass dies Verhältniss ganz durchgreifend und regelmässig wäre. Eine Ausnahme bildet namentlich Enge, das mit Bezug auf Bebauungsdichtigkeit sich entschieden viel günstiger verhält als andere Ausgemeinden, z. B. Riesbach, und dennoch eine fast ebenso starke Betheiligung zeigt wie Stadt und Aussersihl. In umgekehrter Beziehung zeigt Hirslanden mit bloss 5 % an Typhushäusern ausnahmsweise Verhältnisse, welche sich aber wohl durch den hier schon in sehr erhöhtem Masse hervortretenden ländlichen Charakter dieser Gemeinde erklären. Uebrigens wird sich später, bei Besprechung der Wasserversorgung

Gelegenheit finden, auf die eben erwähnten Erscheinungen zurückzukommen.

Der Massstab übrigens für die Bevölkerungsdichtigkeit kann nicht allein im Verhältniss zwischen bebautem und freiem Boden gesucht werden, sondern es sind die Bevölkerungszahlen der Häuser selbst ebenso wichtig. Es war daher zu untersuchen, ob hier sich vielleicht greifbarere Anhaltspunkte finden, aus denen sich erschliessen lasse, dass mit der Zunahme der Bewohnerzahl der Häuser auch die Typhuserkrankungen in bedeutendem Grade zunehmen.

Zu diesem Zwecke wurden die Typhushäuser nach der Zahl ihrer Bewohner gemeindeweise klassifizirt, die Summe der Bewohner ausgerechnet und verglichen mit der Anzahl der in einem Hause vorgekommenen Erkrankungen. Es hat sich jedoch ergeben, dass durchschnittlich die am stärksten bevölkerten Häuser *nicht mehr* Erkrankungen zeigten als die andern. Einige Beispiele mögen dies zeigen:

Es finden sich in Zürich

	Häuser	Total der Bewohner	Typhusfälle
mit je 10 Bewohnern	40	400	50 oder 12,5%
„ „ 20 „	48	960	69 „ 7,2%
„ „ 30 „	14	420	22 „ 5,2%
„ „ 40 „	5	200	6 „ 3,0%

Hieraus darf wohl mit Sicherheit der Schluss gezogen werden, dass die Dichtigkeit der Bevölkerung im einzelnen Hause keinen fördernden Einfluss auf die Zahl der Erkrankungen ausgeübt habe.

Ebensowenig zeigt sich ein begünstigender Einfluss auf die Typhusfrequenz da, wo ungünstig gelegene, schlecht belichtete und ventilirte Schlafzimmer vorkommen. Genauere Ermittlungen sind hier wegen der sehr komplizirten und inkonstanten Verhältnisse nicht möglich gewesen, mit Ausnahme der Orientirung der Schlafzimmer und es hat sich hier ergeben: Lage der Schlafzimmer

nach Osten	in 221 primären	und in 47 sekundären Fällen
„ Süden	„ 350 „	„ „ 84 „ „
„ Westen	„ 260 „	„ „ 63 „ „
„ Norden	„ 244 „	„ „ 48 „ „
unentschieden	„ 228 „	„ „ 76 „ „
Total	in 1303 primären	und in 318 sekundären Fällen.

III. Abortverhältnisse und Kanalisation.

Eine viel bestimmtere Beziehung zum Auftreten des Typhus, als die bisher besprochenen Verhältnisse der Bevölkerung und der Art ihrer Wohnungen hat sonst erfahrungsgemäss die Beschaffenheit der Sammelbehälter und der Ausfuhrwege der menschlichen Auswurfstoffe in zahlreichen Typhusepidemien gezeigt, da jene den direkten Infektionsstoff unter Umständen enthalten, und es war daher geboten, einlässlicher zu prüfen, ob die in dieser Richtung für die jetzige Epidemie gemachten Erhebungen bestimmtere Schlüsse hinsichtlich der Entstehung derselben aus Ursachen, welche in den Abtritt- und Kanalisationsverhältnissen gesucht werden mussten, zulassen.

Würde es sich dabei z. B. nur um Entscheidung der Frage handeln, ob in Häusern mit Abtrittgruben oder mit Abtrittkübeln die Erkrankungen zahlreicher aufgetreten sind, so lägen die Verhältnisse sehr einfach. Dies ist nun aber nicht der Fall, denn wir haben zu berücksichtigen einerseits, dass die Mehrzahl der Kübelhäuser, also der ans Kanalnetz angeschlossenen Häuser auch mit Brauchwasser versorgt sind, anderseits dass auch in Grubenhäusern Anschluss an das Kanalnetz durch die Küchenwasserableitungen besteht, so dass wir nicht direkt, sondern nur auf Umwegen zu dem Schluss gelangen können, ob der Kanalisation oder den Abtrittverhältnissen überhaupt ein Einfluss und welcher auf die Verbreitung der Epidemie zugeschrieben werden müsse oder nicht.

Fragen wir uns zunächst, ob wir Anhaltspunkte dafür haben, dass etwa zu Beginn der Epidemie eine Anzahl Häuser mit schlechten Gruben zuerst zahlreichere Erkrankungen gezeigt, und dass von diesen aus sich die Epidemie weiter verbreitet habe.

Wenn von vorneherein die Art des Auftretens dieser Epidemie mit ihrer so raschen und gleichmässigen Steigerung und ihrem raschen Abfall diese Annahme schon unwahrscheinlich macht, so wird sie durch die folgenden Angaben ziemlich direkt widerlegt.

Es sind die sämmtlichen Häuser, in denen der Typhus aufgetreten ist, nach vier Klassen eingetheilt worden.

Die erste umfasst die Häuser mit Kübeleinrichtung, Wasserleitung und Geruchabschluss unter dem Sitz, ferner eine Anzahl Grubenhäuser mit besonders guter Anlage.

Die zweite: Kübelhäuser mit Wasserleitung ohne Geruchabschluss, aber mit gut ventilirten Abtritten und die Grubenhäuser mit guten Abtritten.

Die dritte beschlägt die Kübelhäuser ohne Wasserleitung und mit mangelhafter Ventilation und Reinlichkeit.

Die vierte endlich Grubenhäuser mit hölzernen Abfallrohren, schlecht gedeckten und durchlässigen Gruben. Nun gehören

	von *primären* Fällen	von *sekundären* Fällen
zu Nr. 1:	... 375 = 29%	59 = 19%
„ „ 2:	... 449 = 34%	111 = 34%
„ „ 3:	... 414 = 32%	133 = 42%
„ „ 4:	.. 65 = 5%	15 = 5%
	1303	318

woraus sich ergibt, dass überhaupt die Zahl der Häuser mit ganz schlechten Abtrittverhältnissen gering ist, ferner, dass gerade diese durch die Epidemie nicht ausnahmsweise stark betroffen sind, während die Häuser mit den besten und ganz guten Einrichtungen ebenfalls noch stark betheiligt waren. Daraus ergibt sich aber auch sofort die *Verneinung* der vorher aufgestellten Frage.

Wenn aber auch feststeht, dass sonst als Gelegenheitsursache für Verbreitung des Typhus wirksame Momente, wie durchlässige Abtrittgruben, schlecht ventilirte Abtritte mit schlechten Abfallrohren etc. diesmal keine Rolle gespielt haben können für die Verbreitung der Epidemie, so entsteht die weitere Frage, ob nicht, trotz guter Ordnung puncto Reinlichkeit, trotz ausgiebiger Spühlung der Abtritte und Kübel, trotz tüchtiger Schwemmung der Abzugskanäle, durch Eindringen von Kanalgasen in die Häuser, sei es von den Abtritten, oder, wo diese in nicht an das Netz angeschlossene Gruben münden, von den Küchenwasserableitungen aus der Transport des Typhusgiftes vermittelt worden sei.

In erster Linie möge eine Uebersicht über die Zahl der Häuser überhaupt, sowie die Zahl der Typhushäuser und diejenige der Häuser *mit* und *ohne* Anschluss an das Kanalnetz in den einzelnen Gemeinden folgen:

Gemeinde	Total der Häuser	Typhus-Häuser	%	Häuser mit Anschluss	%	Häuser ohne Anschluss	%
Zürich … … …	1745	430	24,64	1740	99,7	5	0,3
Aussersihl … …	865	230	26,53	655	75,7	210	24,3
Enge … … …	366	77	21,04	239	65,3	127	34,7
Fluntern … …	177	29	16,38	103	58,2	74	41,8
Hirslanden … …	261	15	5,74	56	21,4	205	78,6
Hottingen … …	513	63	12,28	424	82,6	89	17,4
Oberstrass … …	252	38	15,08	74	29,3	178	70,7
Riesbach … …	690	118	17,10	432	62,6	258	37,4
Unterstrass… …	240	45	18,75	117	48,7	123	51,3
Wiedikon … …	239	31	12,97	98	41	141	59
Total … …	5348	1076	20,12	3938	73,6	1410	26,3

Es ergibt sich hieraus, dass die Zahl der Typhushäuser zur Zahl der Häuser ohne Anschluss in keinem, zu derjenigen der Häuser mit Anschluss aber in einem unverkennbaren, wenn auch nicht genau proportionalen Verhältniss steht.

Legen wir der Vergleichung die Einwohnerzahl anstatt der Häuserzahl zu Grunde, so ergibt sich folgende Zusammenstellung betreffend den Anschluss an das Kanalnetz:

Gemeinden	An das allg. Kanalnetz angeschlossen		Nicht angeschlossen	
	von 1000 Einwohnern	v. 1000 Einw. erkrankten März-Juni	von 1000 Einwohnern	v. 1000 Einw. erkrankten März-Juni
Zürich Stadt … … …	998	21,9	2	0,0
Aussersihl … … . . …	841	22,1	159	9,0
Enge … … … …	673	24,8	327	17,2
Fluntern … … …	719	11,8	281	13,3
Hirslanden… … …	301	9,0	669	4,5
Hottingen … … …	834	12,8	166	9,9
Oberstrass … … …	388	18,5	612	7,1
Riesbach … … …	652	17,6	348	8,0
Unterstrass … …	511	21,0	489	10,3
Wiedikon … … …	499	13,1	501	7,3
Durchschnitt …	780	20,0	220	9,0

Wir kommen auf die Besprechung dieser Zahlen, die zur Beurtheilung wichtige Anhaltspunkte zu bieten scheinen, im folgenden Abschnitt zurück.

Weitere Anhaltspunkte konnten wir aus einer vergleichenden Zusammenstellung der Typhushäuser erhalten, je nachdem diese Kübelhäuser oder Grubenhäuser sind. Wir haben Typhushäuser mit Kübeleinrichtung (exclusive Kantonsspital und Absonderungshaus): Total 655 mit 974 Fällen; mit Gruben: Total 419 mit 626 Fällen; in den Kübelhäusern: Wasserleitung in den Abtritten 63 %, keine Wasserleitung in den Abtritten 37 %.

Bei Vergleichung des Verhältnisses der Kübel- und Grubenhäuser mit Typhusfällen zur Gesammtzahl der Typhushäuser mit dem Verhältniss aller Kübel- und Grubenhäuser zum Total der Häuser überhaupt, ergibt sich, dass in allen Gemeinden die Zahl der Kübelhäuser mit Typhusfällen die Norm (nachfolgende Tabelle, Col. 1) überschreitet, wogegen die Zahl der Grubenhäuser mit Typhusfällen die Norm (Col. 2) nicht erreicht, denn es haben:

Gemeinde	in Prozenten aller Häuser ausgedrückt		in Proz. der Typhushäuser ausgedrückt	
	Kübelhäuser	Grubenhäuser	Typhus-Kübelhäuser	Typhus-Grubenhäuser
Zürich Stadt … … …	90,0	10,0	93,0	7,0
Aussersihl … … … …	37,7	62,3	44,3	55,7
Enge … … … … …	34,7	65,3	48,0	52,0
Fluntern … … … …	34,5	65,5	54,8	45,2
Hirslanden … … ..	4,2	95,8	13,3	86,7
Hottingen … … … ..	41,1	58,9	47,6	52,4
Oberstrass … … … …	7,5	92,5	23,7	76,3
Riesbach … … … …	33,9	66,1	44,9	55,1
Unterstrass … … …	10,8	89,2	17,3	82,2
Wiedikon … … … …	2,9	97,1	3,3	96,7
Durchschnitt …	48,4	51,6	61,06	38,94

Wir beobachten also hier eine gewisse Gesetzmässigkeit im Auftreten der Erkrankungen und haben uns die Frage vorzulegen, woher dieselbe rührt.

Es bieten sich hier zwei Möglichkeiten. Einmal die Kanalisationsverhältnisse, indem sich dadurch direkt das,

wenn auch geringe Vorwalten des Typhus in den Kübelhäusern gegenüber den Grubenhäusern erklärt. Dann aber auch die Verbreitung des Brauchwassers, sofern die Kübelhäuser fast ausnahmslos an die Wasserversorgung angeschlossen sind, was bei den Grubenhäusern lange nicht in dem Maasse der Fall ist. Will man sich indessen hiebei keinen Trugschlüssen aussetzen, ist äusserste Vorsicht geboten. Die Kanalisation und Wasserversorgung erstrecken sich fast genau auf das nämliche Gebiet. Wenn wir auch oben gesehen haben, dass 37 % der Kübelhäuser keine Wasserleitung in den *Abtritten* haben, so ist doch das Wasser in der Regel in die Küche geleitet, anderseits finden wir einen grossen Theil der Grubenhäuser durch die Küchenwasserableitungen mit dem Kanalnetz in Verbindung stehen. Somit liefert die Statistik hier weder nach der einen noch nach der andern Seite ein entscheidendes Resultat.

IV. Brauchwasserleitung.

Sehen wir nun zunächst, wie sich die Erkrankungen in den Häusern mit Brauchwasser gegenüber denen ohne Brauchwasser des Genauern verhalten:

	Total der Wohnhäuser	Brauchwasser mit	Brauchwasser ohne	% mit Brauchwasser	% der infizirten Häuser
Zürich	1745	1725	20	98,8	24,6
Aussersihl	865	703	162	81,3	26,5
Enge	366	275	91	75,1	21,0
Fluntern	177	94	83	53,0	16,4
Hirslanden	261	97	164	37,2	5,7
Hottingen...	513	385	128	75,0	12,3
Oberstrass	252	89	163	34,5	15,1
Riesbach	690	456	234	66,1	17,1
Unterstrass	240	149	91	62,1	18,8
Wiedikon...	239	85	154	35,5	13,0
Total	5348	4058	1290	76,0	20,1

Wir finden also auch hier den Prozentsatz der infizirten Häuser mit dem Prozentsatz der Häuser mit Brauchwasser steigen und fallen, wobei nur Hottingen, Hirslanden und Fluntern eine Ausnahme bilden.

Eine Zusammenstellung nach der Bewohnerzahl ergibt:

Gemeinden	Mit Brauchwasser versorgt: von 1000 Einwohnern	Mit Brauchwasser versorgt: von 1000 Einwohnern erkrankten März—Juni	Nicht mit Brauchwasser versorgt: von 1000 Einwohnern	Nicht mit Brauchwasser versorgt: von 1000 Einwohnern erkrankten März—Juni
Zürich Stadt	994	21.4	6	0
Aussersihl...	871	22.3	129	4.2
Enge	773	24.4	227	15.2
Fluntern	660	12.2	340	12.0
Hirslanden...	493	10.6	507	1.2
Hottingen	790	13.5	210	7.6
Oberstrass...	414	19.6	586	6.1
Riesbach	668	17.0	312	8.5
Unterstrass	695	21.1	305	3.0
Wiedikon	401	15.0	599	7.0
Durchschnitt ...	807	19.9	193	6.9

Diese Verhältnisszahlen sagen uns, dass die mit Brauchwasser versorgten Einwohner im Ganzen fast d r e i mal stärker von der Krankheit betroffen waren als die nicht mit demselben versehenen. Man erblickte hierin früher den Beweis für die Schuld des Brauchwassers an der Epidemie. Allein ein ganz ähnliches Verhalten geht auch aus der analogen Tabelle betreffend die Kanalisationsverhältnisse hervor, indem die Bewohner der an die Kanalisation angeschlossenen Häuser doppelt so stark heimgesucht worden sind wie die nicht angeschlossenen.

Eine Vergleichung der auf die Häuserzahl bezogenen Tabellen betreffend Brauchwasserversorgung und Anschluss an das Kanalnetz lässt bei ersterer das Verhältniss der infizirten Häuser etwas konstanter erscheinen, immerhin ist es nicht absolut konstant und müssen wir darauf verzichten, aus diesen Verhältnissen *allein* den Weg der Infektion feststellen zu wollen, da, sobald wir das Brauchwasser als mögliche Infektionsquelle mit in die Betrachtung ziehen, die Verhältnisse mit einem Schlage sich viel mannigfaltiger gestalten. Sobald wir nämlich das Wasser als Infektionsträger annehmen, wird die Gelegenheit zur Infektion individuell noch verschiedenartiger, als wenn wir dafür die Kanalluft beschuldigen. Enthält das Wasser den Infektionsstoff, so wird er nur mit diesem in den Körper gelangen, bei den einen also sehr viel, bei andern sehr wenig, obschon sie zusammen wohnen, während, wenn die Luft aus den Kanälen als Infektionsträger angenommen wird, die Bewohner eines einzelnen Hauses z. B. der Infektion ziemlich gleichmässig ausgesetzt sein werden.

Wir haben also zu untersuchen, ob es auf einem andern Weg gelingen wird, Gründe für oder gegen Infektion durch das Wasser zu finden. Könnten wir nämlich etwa nachweisen, dass eine gewisse Zahl unzweifelhaft primär Erkrankter in *keiner* Weise Brauchwasser in sich aufgenommen hat, so müsste dieses als Infektionsquelle ausser Betrachtung fallen. Es ist wohl kaum nöthig, gleich hier vorauszuschicken, dass das Brauchwasser nicht allein als *Trinkwasser* hier in Betracht kommen kann, da solches häufig auch mit den Speisen, anderweitigen Getränken, beim Waschen, Baden zufällig in den Körper gelangt, so dass diese Wege auch berücksichtigt werden müssen.

Dennoch mag eine Untersuchung nach der Häufigkeit der Benutzung des Brauchwassers als Trinkwasser bei sämmtlichen Krankheitsfällen, wenn eine solche so genau als irgend möglich durchgeführt würde, nicht ohne relativen Werth sein.

Es haben getrunken:

	In *primären* Fällen:	In *sekundären* Fällen:
Sehr viel Leitungswasser	224 = 17,2 %	25 = 7,9 %
Viel „	303 = 23,2 %	54 = 17,0 %
Wenig „	557 = 42,6 %	148 = 46,5 %
Kein „	125 = 9,6 %	62 = 19,5 %
Unermittelt „	94 = 7,3 %	29 = 9,1 %
	1303	318

Es ergibt sich daraus zunächst eine sehr grosse und allgemeine Verbreitung des Leitungswassers als Trinkwasser, indem bloss 9,6 % der primären Fälle den Gebrauch desselben in Abrede stellten. Immerhin war diese Zahl gross genug, um noch weitere Nachforschungen zu veranlassen, ganz abgesehen davon, dass, wie schon bemerkt, eine Infektion durch andere Wege, als durch blosses Trinken des Wassers erfolgt sein konnte. Es hat sich gezeigt, dass der grösste Theil dieser Fälle möglicherweise doch zu den sekundären Erkrankungen gehören, und dass es bei keinem einzigen mit Sicherheit auszuschliessen war, dass absolut kein Brauchwasser in den Körper hineingelangt sei. Grund zum Zweifel an der Möglichkeit der Infektion von dieser Seite her liegt also absolut nicht vor.

Sehen wir weiterhin zu, wie sich die Vertheilung der Typhusfälle auf die drei Druckzonen des Brauchwasserleitungsnetzes gestaltet. Wie aus Taf. I und II zu ersehen ist, umfasst das Gebiet des Niederdrucks das ganze linksseitige Ufer des Sees und der Limmat, also kleine Stadt, Enge, Aussersihl und Wiedikon, ferner die grosse Stadt bis zum Seilergraben, von Riesbach das Seefeld bis hinauf zur Kreuzbühl- und Mühlebachstrasse; das Gebiet des Mitteldrucks die davon nördlich gelegenen Theile und dasjenige des Hochdruckes die unmittelbar an den Zürichberg stossende Gegend.

Wir haben nun, März bis Juni gerechnet, Typhusfälle per 1000 mit Brauchwasser versorgte Einwohner, in der Niederdruckzone 22, in der Mitteldruckzone 14 und in der Hochdruckzone 8, im Durchschnitt 20, während auf den Rest, also die nicht mit Brauchwasser versehenen Einwohner 7 Fälle per Tausend fallen.

V. Grundwasser und meteorologische Verhältnisse.

Bisdahin hat uns also die Statistik im Zweifel darüber gelassen, ob wir die Kanalisation oder das Brauchwasser anzuschuldigen haben; überhaupt ergibt eine Uebersicht des bisher angeführten, dass wir kein einziges Moment ausfindig machen konnten, das mit Sicherheit für sich allein den Verbreitungsweg der Krankheit dargethan hätte, dagegen haben wir wenigstens so viel erreicht, dass wir mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Reihe von Momenten ausschliessen können, als ohne Einfluss auf den Gang der Epidemie, welche aber mit in das Bereich der zu erwägenden Verhältnisse gezogen werden mussten, weil sie zu *andern* Zeiten und an *andern* Lokalitäten sich als wirksam für Verbreitung des Typhus gezeigt haben. Zu diesen gehört ferner ein Faktor, der bisher noch nicht in der Betrachtung berücksichtigt wurde, welchem dieselbe jedoch ohne Zweifel mit in erster Linie gebührt, nämlich der Gang des Grundwasserstandes und die denselben beeinflussenden meteorologischen Verhältnisse. Als eine Thatsache von besonderer Bedeutung ist hier zunächst hervorzuheben, dass wir in dem Bereich von Zürich und Ausgemeinden zwei in ihren Bewegungen voneinander gänzlich unabhängige Gebiete der Grundwasserbewegungen haben. Das eine grössere, welches das ganze linke Ufer des Sees und der Limmat, sowie das rechte Ufer bis zum Moränenzug umfasst, sich übrigens dem linksseitigen Limmatufer entlang noch bis nach Altstetten ausdehnt, zeigt den Bewegungen des See- und Limmatspiegels parallel laufende Schwankungen des Grundwassers. Das zweite Gebiet, nördlich vom ersten gelegen, die Gemeinden Oberstrass, Fluntern, Hottingen und Hirslanden in sich begreifend, ist unabhängig vom Seestande, seine Grundwasserbewegung wird bedingt von den Quellenerträgnissen des Zürichbergs und ist für Zeltweg und Hinterberg-Fluntern annähernd die nämliche.

Eine Vergleichung der Typhusmortalität in den Jahren 1876 bis 1883 mit dem Gang der Grundwasserbewegungen zeigt uns nun im Jahre 1880 eine deutliche Coincidenz: Im letzten Quartal des Jahres 1879 übereinstimmendes Sinken des Grundwassers beider Gebiete und darauf im ersten Quartal des Jahres 1880 sehr niedrigen Stand des Grundwassers zugleich mit einer ungewöhnlich hohen Typhusmortalität.

Anders im vorigen Jahr: Während der Seespiegel, in den ersten beiden Monaten des Jahres von mittlerer Höhe, sich im März und April langsam *erhebt, sinkt* das Grundwasser im Zeltweg Anfangs Februar mässig, dasjenige im Hinterberg-Fluntern im ganzen Monat März stark. (Tafel III.)

Die Temperaturkurven (Tafel IV) zeigen Mitte März ein Maximum, raschen Abfall in der vierten Woche März, rasches Ansteigen in den letzten Tagen des Monats und in der ersten und zweiten Woche April ein höheres Maximum als im vorigen Monat. Regenmenge im März und April gering. Vom 25. März bis 6. April gar kein Regen bei vorherrschendem Südost- und Ostwind.

Vergleichen wir nun mit diesen Daten die Ausbreitung des Typhus im März und April, so müssen wir nothwendig zum Schluss gelangen, dass die Grundwasserverhältnisse diesmal nicht ins Spiel getreten sind, da wir schon

im März eine Ausbreitung der Epidemie auf die beiden Grundwassergebiete, deren jedes seinen verschiedenen Gang nimmt, sehen und zur Zeit der Hauptentwicklung der Epidemie im Gebiet der Hauptausbreitung, der Tiefthalzone, ein langsames Ansteigen des Grundwassers gefunden haben.

Sollten wir den meteorologischen Verhältnissen an sich überhaupt einen Einfluss zuschreiben, der sich übrigens in verschiedenster Weise denken lässt, so wäre es höchstens der, dass bei der im Ganzen sehr milden Witterung des Winters 1884 die Entwicklung des Typhuskeimes vielleicht eher hätte von Statten gehen können, als wenn starke Kälte und langer Frost geherrscht hätte.

Nach diesen Ergebnissen musste denn auch von vorneherein eine Untersuchung des Bodens und der Bodenluft auf Typhuskeime als aussichtslos erscheinen. Es bot sich nicht der geringste Anhaltspunkt für irgend eine besondere Stelle, von welcher Proben zu entnehmen gewesen wären.

Das von vorneherein zu erwartende negative Resultat hätte selbstverständlich nicht den mindesten Werth besessen.

VI. Schlüsse.

Wenn wir somit glauben, mit Recht für die Entstehung und Verbreitung der Typhusepidemie ausschliessen zu dürfen: die Verhältnisse der Bevölkerung nach Dichtigkeit, die sozialen Verhältnisse und Berufsarten, die Wohnungs- und insbesondere Abortverhältnisse, die Art und den Zustand der Hauskanalisation, die Grundwasserbewegung und die meteorologischen Zustände, so bleiben übrig bloss noch die früher erwähnten zwei Möglichkeiten einer Verbreitung des Typhusgiftes entweder auf dem Wege des Kanalnetzes oder auf dem Wege des Netzes der Brauchwasserleitung, deren Ausscheidung mit Bezug auf die vorwürfige Frage uns aber durch die Statistik allein nicht gelungen ist. Ueberhaupt würde ja, weil der vierte Theil sämmtlicher an Typhus Erkrankter die Beschäftigung ausserhalb des Wohnortes, also nicht in den in der Statistik durchgehends als Erkrankungsort angenommenen Häusern gehabt hat, jene Statistik als alleinige Grundlage der ätiologischen Betrachtung dem sehr berechtigten Einwand begegnen müssen, dass sie wenig oder eigentlich gar nichts beweisend sei.

Kehren wir nun aber zu folgenden Thatsachen, als den Grunderscheinungen, welche der ganzen Epidemie ihr durchaus eigenartiges Gepräge geben, zurück. Wir konstatirten, dass die erst im März deutlich in die Erscheinung tretende Epidemie im April fast plötzlich, gleichsam explosionsartig auf ein Maximum stieg, im Mai ebenso rasch abfiel, um von da an allmälig nahezu vollständig aufzuhören, sowie dass ihre Ausbreitung gleich vom ersten Anfang an mit dem Gebiet der Brauchwasserversorgung und der Kanalisation zusammenfiel und, wenn auch einzelne Fälle durch nachweisbar in Zürich Infizirte oder sogar schon Erkrankte nach Aussen verschleppt wurden, bis ans Ende auf das genannte Gebiet beschränkt blieb.

Eine solche Art der Verbreitung des Typhus spricht nun *keineswegs für eine Verbreitung des Typhusgiftes auf dem Wege der Kanalisation.* Wie sollte man sich dabei die schon zu Anfang stattgehabte Ausbreitung wenig zahlreicher Fälle auf das Gesammtgebiet erklären, wie wäre es begreiflich, dass ohne die geringste besondere Ursache auf einmal gleichzeitig beide von einander ganz getrennten Kanalnetze am rechten und linken See- und Limmatufer die Infektion vermittelt hätten?

Ueberhaupt haben wir ja gar keine Ursache, weder in den Witterungs- noch in den Grundwasserverhältnissen ausfindig machen können, welche eine so plötzliche und intensive Vergiftung der Kanalluft mit Typhusgift hätte bewirken können. In dieser Beziehung liegt also nicht der mindeste Anhaltspunkt vor, und wir sehen auch wenigstens zu Anfang der Epidemie die Kübelhäuser und die Grubenhäuser annähernd gleich stark infizirt, während die ersteren doch zweifellos viel ausgiebiger den Kanalgasen ausgesetzt sein mussten, als die letzteren, welche nur zum Theil und bloss durch die Ableitungen des Küchenwassers mit den Kanälen in Verbindung stehen.

Viel geringeren Schwierigkeiten begegnen wir, wenn wir eine *Infektion des Brauchwassers* annehmen und die Art des Auftretens und des Verlaufs der Epidemie daraus abzuleiten suchen. War einmal Typhusgift in die Leitung gelangt, so war auch die Möglichkeit einer raschen Verbreitung über das ganze Gebiet gegeben.

Gesetzt nun, das Brauchwasser habe die Typhuskeime zu einer bekannten Zeit enthalten, so hätte zu einer gewissen Zeit allerdings Jeder, der überhaupt mit dem Brauchwasser in irgend welche Berührung kam, der Infektion ausgesetzt sein müssen. Damit ist aber noch keineswegs unbegreiflich, dass nicht ein noch viel höherer Prozentsatz der Bevölkerung wirklich erkrankt ist.

Gerade die Altersstatistik der Erkrankten, welche das für Typhus erfahrungsgemäss gültige Verhältniss der Altersdisposition so genau wiederspiegelt, weist darauf hin, dass die Ursache auf die Gesammtheit der Bewohner eingewirkt haben muss. Wenn nun der blosse Faktor des verschiedenen Lebensalters schon eine so auffällige Verschiedenheit der Disposition bedingt, so wäre es ganz unfasslich, wenn nicht andere, mehr temporär wirkende Umstände, wie der Zustand der Verdauungsorgane, der allgemeine Kräftezustand nicht

ebenfalls sehr stark auf die individuelle Disposition einwirken sollten, wie dies auch thatsächlich längst von allen Beobachtern anerkannt ist. Wenn es gegenwärtig modern ist, solche Begriffe, wie individuelle Disposition, desswegen, weil sie sich noch nicht exakt naturwissenschaftlich haben formuliren lassen, sondern empirische Begriffe darstellen, in den Hintergrund treten zu lassen, d. h. womöglich gar nicht zu berücksichtigen, wenn es sich um Feststellung von Krankheitsursachen handelt, so sind die ihrer Aufstellung zu Grunde liegenden Erfahrungen doch damit noch keineswegs beseitigt, sondern fordern nach wie vor ihre gehörige Beachtung, um Fehlschlüsse und Einseitigkeiten zu vermeiden. Einen sehr erheblichen Einfluss auf die Zahl der Erkrankungen wird ferner ausüben die Konzentration des Infektionsstoffes, d. h. es werden bei geringer Menge desselben im Wasser, resp. bei sehr starker Verdünnung oder bei Aufnahme geringer Mengen von Wasser in den Körper wesentlich die stärkst disponirten Individuen erkranken, während es für das Zustandekommen einer grossen Anzahl von Erkrankungen grössere Konzentration des Infektionsstoffs oder Aufnahme grösserer Wassermengen nothwendig bedürfen wird. Sichere Erscheinungen, die eine wesentlich ungleichmässige Vertheilung des Infektionsstoffes im Leitungsnetz darthun würden, sind nicht zur Beobachtung gelangt, ebensowenig sichere Anhaltspunkte darüber, ob der Infektionsstoff in demselben oder in den Reservoirs eine erhebliche Weiterentwicklung erfahren hätte. Beide Vorgänge können wir aber ebensowenig mit Sicherheit in Abrede stellen.

VII. Besondere Verhältnisse.

Wenn wir damit nach stattgehabter Untersuchung zu dem Schlusse gelangen, es müsse das Auftreten der letztjährigen Typhusepidemie mit weitaus grösster Wahrscheinlichkeit einer Infektion des Leitungswassers zugeschrieben werden, womit übrigens schon die Ansicht von Herrn Stadtingenieur Burkhard (siehe dessen Bericht S. 30) übereinstimmt, so versagen wir uns nicht, auch noch einige Einzelthatsachen anzuführen, welche die geäusserte Ansicht illustriren.

Von den Zöglingen des evangelischen Lehrerseminars in Unterstrass erkrankten an Typhus in der Zeit vom 12. April bis 3. Mai 18 oder 34,6 %, und zwar am 12. April 3, 13. April 4, 14. April 1, 15. April 2, 16. April 5, 17. April 1, 24. April 1, 3. Mai 1, also in einer Zeit von 6 Tagen 16. In den Jahren 1881/84 kam daselbst kein Typhus vor, während 1880 vier Zöglinge erkrankten. Die Untersuchung des Untergrundes des Hauses, der Schlafzimmer, Wohnzimmer und übrigen Räumlichkeiten, der Abtritte und Gruben mit Ueberlauf in's Kanalnetz boten absolut nichts Verdächtiges. Es wurde nun eruirt, dass das Trinkwasser stets und regelmässig aus einem Quellwasserbrunnen gegenüber dem Hause geholt wurde, mit Ausnahme des 1. und 2. April, an welchen Tagen Examen stattfanden, wodurch die gewöhnliche Hausordnung etwas gestört wurde, so dass gegen die Instruktion von mehreren Zöglingen das Wasser für den Mittagstisch an diesen beiden Tagen von der Leitung aus der Küche geholt wurde. Sofort nach dem Examen reisten fast alle Zöglinge ab und erkrankten dann auswärts an den verschiedensten Orten (Schaffhausen, Brugg, Riehen, St. Gallen, Hinweil, Winterthur, Russikon, Wiedikon, Trogen). Nur zwei verblieben im Seminar und wurden dort verpflegt. Wenn auch damit noch kein unumstösslicher Beweis für die Infektiosität des Wassers gegeben ist, so liegt doch die höchste Wahrscheinlichkeit entschieden dafür vor. Die Erklärung dieser plötzlichen massenhaften Erkrankungen unter denselben Bedingungen als Folge der vor vier Jahren stattgehabten Typhusfälle hätte doch unstreitig etwas weit Gezwungeneres, ja sozusagen Mystisches.

Auf der andern Seite sehen wir in der Gruppe der sog. Bollerhäuser in Aussersihl, mitten in einem vom Typhus sonst stark mitgenommenen Quartier keinen einzigen *Fall* auftreten und es sind diese Häuser wiederum allein in der ganzen Umgegend nicht an die Wasserleitung angeschlossen.

VIII. Wasseruntersuchung.

Bekanntlich wurde das Resultat der statistischen Untersuchung keineswegs abgewartet, um das Wasser, auf das sich ja von Anfang an der Verdacht gelenkt hatte, auf den Gehalt an Infektionskeimen direkt zu prüfen. Gewiss mit vollem Recht, denn *ein* positiver Nachweis in dieser Beziehung hätte mehr Werth als alle Statistik. So fehlte es denn nicht an Versuchen, diejenige Art von Spaltpilzen, in denen nach den Untersuchungen von Klebs, Eberth, Gaffky u. A. zu Folge ihres regelmässigen Vorkommens in den Organen typhuskranker Menschen der wesentlichste Faktor der Typhusursache zu suchen ist, direkt in dem Leitungswasser aufzufinden. Bekanntlich haben sogar die Untersuchungen von Prof. Klebs den wesentlichsten Anstoss gegeben, auf das Leitungswasser das Hauptaugenmerk zu richten, indem er schon zu Beginn der Epidemie nach stattgehabten Züchtungen von aus demselben gewonnenen Bacillen dieselben als identisch mit Typhusbacillen erklärte. Jedoch konnte Prof. Cramer, welcher unzweifelhaft dieselbe Art von Bacillen aus dem Leitungswasser gewonnen und gezüchtet hatte, bei einer Vergleichung derselben mit ächten

Typhusbacillen eine solche Uebereinstimmung nicht finden, da sich bei näherer Prüfung erhebliche Unterschiede fanden. Diese letztere Ansicht wurde auch nach einer Vergleichung der bezüglichen Präparate von Prof. Klebs und Cramer durch Dr. Koch, stellvertretender Direktor des kaiserlichen Gesundheitsamtes in Berlin, bestätigt. Näher auf diese Frage an diesem Ort einzutreten, kann nicht unsere Aufgabe sein und verweisen wir bezüglich derselben hier lediglich auf das Gutachten von Prof. Cramer über das städtische Leitungswasser, sowie auf den Bericht betr. die Korrespondenz des Berichterstatters mit Dr. Koch (siehe Spezialberichte Nr. 2 und 3).

Demnach musste also der direkte Nachweis der Typhusbacillen im städtischen Leitungswasser als nicht geleistet angesehen werden, wie derselbe übrigens auch anderwärts früher noch niemals gelungen ist.

Durch das bisher Mitgetheilte glauben wir nun auch die Fragen 1 und 3 des Fragenschemas beantwortet zu haben und zwar Frage 1 in bejahendem Sinne mit der Motivirung, wie sie sich aus den früheren Ausführungen ergibt, Frage 3 dagegen verneinend, da wir die sämmtlichen sonst als wirksam befundenen Hülfsursachen des Typhus als bei dieser Epidemie nicht zutreffend glauben nachgewiesen zu haben.

IX. Quellen der Infektion.

Als weitere Aufgabe stellte sich nun dar, den Quellen nachzuforschen, von denen aus das Typhusgift in die Wasserleitung gelangt sein konnte, da von vornherein der Gedanke einer spontanen Entstehung oder auch selbst Entwicklung im Innern der Leitung sowohl als auch in den Reservoirs von der Hand gewiesen werden konnte.

Nach dem Bericht von Herrn Stadtingenieur Burkhardt über den Zustand der städtischen Brauchwasserleitung liess sich zunächst das *Filter* keineswegs als die alleinige oder selbst nur wahrscheinliche Eintrittsstelle annehmen, da eben dessen Thätigkeit schon länger im Verhältniss zur gepumpten Wassermenge relativ geringfügig sich erwies und undichte Stellen der Leitung bis zum Pumpwerk in grösserer Zahl nachgewiesen waren, durch welche nicht durch das eigentliche Filter gegangenes Wasser der Limmat in sehr erheblicher Menge einströmte. Es kommen also für den Eintrit des Typhusgiftes in die Leitung keineswegs bloss oberhalb des Filters gelegene, dasselbe möglicherweise enthaltende Stellen in Betracht, sondern es mussten solche ebensowohl im Verlauf der Limmat bis zum Bahnhofplatz in Betracht gezogen werden. Da es nicht gelungen ist und auch aller Voraussicht nach nicht gelingen konnte, Typhusbacillen direkt in allfälligen Ablagerungen von zersetztem organischem Material an den Ufern oder am Flussbett aufzufinden, mussten sich die Nachforschungen darauf beschränken, zu ermitteln, ob überhaupt vor Beginn der Epidemie Verunreinigungen des Wassers am Ausfluss des See's und in der Limmat durch Aufwühlen von Massen stattgefunden haben, welche zersetzte organische Stoffe und vielleicht Typhusgift enthalten haben konnten, oder ob vielmehr eher anzunehmen sei, dass von einzelnen Fällen ausgehend, Typhusdejektionen in das Limmatwasser und auf diesem Wege zufällig in die Leitung gelangt sein konnten. Aus diesen Andeutungen ergibt sich schon, dass der Boden, auf dem sich diese Nachforschungen zu bewegen hatten, etwas unsicher war und ein ganz bestimmtes Resultat kaum erwartet werden durfte. Es waren eine Reihe verschiedener kausaler Verhältnisse zu untersuchen und deren grössere oder geringere Wahrscheinlichkeit gegenseitig abzuwägen. Immerhin wird sich zeigen, dass ein Theil der zu berücksichtigenden Momente, welchen auch im Publikum Anfangs grosser Glaube als mit der Epidemie in ursächlichem Zusammenhang stehend entgegengebracht wurde, bei näherer Prüfung als sehr unwahrscheinlich ausser Betracht fallen konnte.

Dass man aber *besondere* Umstände als Ursache der angenommenen Infektion des Wassers aufsuchte, bedarf wohl nicht erst einer Rechtfertigung, da bei einem so plötzlichen Ausbruch der Krankheit gewiss mit vollem Recht angenommen werden durfte, dass in dem sonst durch lange Jahre als vollkommen gesund erwiesenen Brauchwasser die Infektion ihren spezifischen, auf diese Epidemie speziell bezüglichen Grund gehabt haben müsse.

Unter den Momenten, welche eine vorübergehende Trübung und Verunreinigung des See- und Limmatwassers nicht nur zur Zeit vor der Epidemie, sondern auch schon früher bedingten, müssen in erster Linie die für Herstellung der neuen Seequais nothwendigen, im Seegrunde ausgeführten Baggerarbeiten und Auffüllungen genannt werden. Dieselben bewirkten in der That eine Trübung des Seewassers in weiterem Umfang und während längerer Zeit, welche Trübung sich auch auf den obern Theil der Limmat erstreckte. Um dieselbe nun zu einer möglicherweise stattgehabten Wasserinfektion in Beziehung zu setzen, war einmal zu ermitteln, ob in ihrer zeitlichen Folge sich etwa ein deutlicher Zusammenhang mit dem Beginn der Epidemie nachweisen lasse, dann aber namentlich, von welcher Beschaffenheit das durch die Baggerungen aufgewühlte Material des Seebodens sei, speziell, ob dasselbe in Zersetzung begriffene organische Substanzen in erheblicher Menge in sich schliesse.

Mit Bezug auf den ersten Punkt ergibt eine von Herrn Dr. Bürkli gelieferte Zusammenstellung, dass *Baggerungen* stattfanden:

Im Jahre *1882,* oberhalb des Bauschänzli, am linkseitigen Widerlager der Quaibrücke, zwischen dem ersten und zweiten Pfeiler derselben; an der Bauschänzli-Brücke, ferner im provisorischen Hafen in Enge.

Im Jahre *1883* ebenfalls im provisorischen Hafen in Enge bis Februar, ferner bei der Frauenbadanstalt, oberhalb der Bauschanze, am grossen Hafner und in Wollishofen.

Im Jahre *1884* in Wollishofen bis Juli, ferner vom 2. Januar bis 28. Februar *am alten Hafendamm vor dem Hôtel Bellevue.*

Die *Auffüllungen* geschahen nach Material und Zeit wie folgt:

1. *Kies*auffüllungen im Jahre *1884:* Riesbach: Kies-Damm bei der Färbergasse März 3. bis April 15; beim linksseitigen Widerlager der Quaibrücke vom 10. Juni bis 3. Juli. — Wir führen hier bloss die letztjährigen Kiesauffüllungen an, weil nur die allfällig durch dieselben veranlassten Bewegungen des Seegrundes in Betracht kommen können. Das Material an sich war ganz unverdächtig.
2. *Schlamm*auffüllungen im Wasser ohne Abschlussdamm.

 Im Jahre *1882* hinter dem provisorischen Hafendamm in Enge und oberhalb des provisorischen Hafens in Enge.

 Im Jahre *1883*: In der Bucht zwischen Wunderly-Gut und Stockerstrasse in Enge (Februar bis 14. Juni) und im alten Hafen vor der Tonhalle und Hôtel Bellevue (1. Februar bis Ende März).

 Im Jahre *1884*: 0.
3. Auffüllungen mit Material, welches durch Abtragung des Gaisberges gewonnen wurde: Im Jahre 1883 *von der neuen Brücke bis zur Wasserkirche, längs des rechten Ufers vom 6. November bis Februar 1884.*
4. Schlammauffüllungen innerhalb von Kiesdämmen, welche sich als ziemlich undurchlässig erwiesen haben, fanden statt:

Im Jahre *1883* im alten Hafen vor der Tonhalle, in der Bucht vor dem Wunderly-Gut in Enge vom März bis Juni, in Riesbach von der Klaus- bis Lindenstrasse.

Im Jahre *1884* in Enge bei der Hafenanlage vom Februar bis Juli.

Bei den Auffüllungen kommt nun vor Allem in Betracht, ob dem Material gefährdende Eigenschaften zugeschrieben werden können oder nicht. In dieser Beziehung können wir zunächst die *Kiesauffüllungen* bei Seite lassen, da diese selbstverständlich unverdächtig sind. Dagegen haben wir den sogenannten *Seeschlamm* näher in's Auge zu fassen. Es ist dieses Material chemisch und mikroskopisch einlässlich geprüft worden und hat sich ergeben, dass derselbe organische Substanzen in nicht unbedeutender Menge enthält. Mikroskopisch fanden sich neben organischem Detritus, Diatomeen, Panzern von Leichen kleiner Wasserkrebse auch Bakterien in mässiger Zahl. Es ist aber das Verhältniss der organischen zur unorganischen Substanz nicht so bedeutend, dass hieraus auf besondere gefährliche Eigenschaften dieses Schlammes zu schliessen wäre. Beweise für eine speziell für Typhus wirksame infektiöse Beschaffenheit haben sich gar keine ergeben, im Gegentheil zeigt sich, dass eine solche höchst unwahrscheinlich ist, da die Hauptauffüllungen mit dem Schlamm im Jahre 1882 und 1883 stattfanden und damals kein Typhus vorkam, selbst nicht in den den grössten dieser Auffüllungen nächsten Häusern in Enge und Wollishofen.

Was endlich das Material betrifft, das dem *Gaisberg* entnommen wurde, so tauchte zu einer Zeit die Vermuthung auf, dasselbe möchte infektiöse Stoffe enthalten haben und es sah sich die Kommission daher veranlasst, in diesen Beziehungen Nachforschungen anzustellen.

Dieselben ergaben, dass die vier Häuser, von welchen eine Infektion des dortigen Grundes ausgegangen sein könnte, ihre Kanalisation nach der andern Seite (der Nordseite) hin haben und es ungedenkbar ist, dass eine Infiltration des abgegrabenen Terrains von derselben aus hätte stattfinden können. Die fernere Vermuthung, dass auf dieser Stelle sich vor langer Zeit ein Friedhof befunden habe, hat sich ebenfalls nicht bestätigt, denn nach den gepflogenen Nachforschungen war bis zur Mitte des XIX. Jahrhunderts das ganze Terrain daselbst mit Weinreben und andern Gewächsen bepflanzt, befand sich vom XIII. Jahrhundert bis jetzt stets im Besitz von Privaten und diente niemals zu einem Friedhof. Die daselbst nun abgegrabene sandige Erde ergab sich bei der Untersuchung ebenfalls als unverdächtig.

Bevor wir die Zeitverhältnisse der Auffüllungen und Baggerungen in ihren Beziehungen zur Zeit der Epidemie näher in's Auge fassen, haben wir noch die im Gebiet der neuen Seequais stattgehabten *Rutschungen* in Betracht zu ziehen, da auch durch diese eine starke Aufwühlung des Grundes an verschiedenen Orten stattfand. Es kamen solche Rutschungen vor:

Im Februar 1883 beim rechtseitigen Widerlager der Quaibrücke und seither in Riesbach zwischen Seehof und Färbergasse, woraus sich ergibt, dass die dem Terrain nach gefährlichste Rutschung keinen schlimmen Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers ausgeübt hat und dies also noch weniger für die übrigen zutrifft, da niemals Typhus aufgetreten ist, der sich mit denselben der Zeit nach hätte in Beziehung setzen lassen.

Für die zeitliche Aufeinanderfolge der Baggerungen

und Auffüllungen können nur diejenigen hier in Betracht kommen, welche seit Anfang des Jahres 1884 bis Ende März stattgefunden haben, ja, wir können vielleicht die des Monats Januar ebenfalls noch von der Betrachtung ausschliessen, da die Dauer bis zum Beginn auch des ersten Anfangs der Epidemie doch zu lange erscheint. Die obige Zusammenstellung ergibt nun, dass im Februar und März 1884 in Wollishofen gebaggert wurde, ferner den Februar hindurch am alten Hafendamm vor dem Hotel Bellevue.

Der erste Platz fällt für uns sofort ausser Betracht mit der Erwägung, dass Wollishofen vom Typhus verschont geblieben ist. Um so mehr muss der zweite Ort in's Auge gefasst werden, da nicht bloss die Zeit nahe an den Beginn der Epidemie heranrückt, sondern *auch das speziell an diesem Ort zu Tage geförderte Material eine von demjenigen aller andern Orte abweichende, sehr verdächtige Beschaffenheit zeigte.* Es steht ausser allem Zweifel, dass dort in früherer Zeit mehrere sogenannte Ehgraben massenhaft zersetztes Material und Fäkalien in den Boden des Ufers abgesetzt haben. Der beim rechten Widerlager der Quaibrücke gehobene Schlamm zeigte denn auch auffallend schwärzliche Farbe und sehr übeln Geruch. Die chemische Untersuchung ergab die Beweise für die Anwesenheit von viel zersetztem, organischem Material und die mikroskopische Untersuchung von Herrn Professor Cramer wies in demselben das Vorkommen sehr zahlreicher Spaltpilze nach, wenn auch speziell Typhusbacillen nicht aufgefunden wurden. Es ist also von hier aus eine Infektion des Limmatwassers und also auch des Brauchwassers sicher möglich gewesen, zumal auch mit der Erwägung, dass z. B. bei der Epidemie im Jahr 1865 die angrenzenden Quartiere Typhusfälle zeigten, und damals noch die ominösen Ehgraben bestanden.

Die Auffüllungen im Jahre 1884 vom Februar bis Ende März fanden nach obiger Angabe statt innerhalb der Kiesdämme mit Seeschlamm bloss in Enge bei der Hafenanlage, *mit Seeschlamm ohne Abschluss nirgends und mit Material vom Gaisberg wiederum von der neuen Brücke bis zur Wasserkirche bis im Februar.*

Auch diesen Thatsachen wird eine gewisse Bedeutung nicht abzusprechen sein. Wir sehen, dass der vielfach angefochtene Seeschlamm zu einer Zeit, wo er doch allein hätte für die Epidemie von Bedeutung sein können, gar nicht in Frage kommt, dass dagegen die Auffüllung mit dem an sich ebenfalls unverdächtigen Gaisbergmaterial von Bedeutung wenigstens gewesen sein *kann durch die Oertlichkeit,* an der dessen Ablagerung stattfand, da zweifellos bei der Versenkung desselben auch eine Bewegung des nämlichen soeben geschilderten schlechten Schlammgrundes am rechten Ufer nach dem Limmatbett hin stattfand.

Nach Würdigung des Verhältnisses der für die Erstellung der Seequais und der neuen Brücke nothwendigen Arbeiten zur Prüfung der Beschaffenheit des Brauchwassers war es ferner geboten, allfälligen weiteren Quellen einer Infektion desselben im Verlauf der *undichten Limmatleitung* nachzugehen. Der zur Zeit unmittelbar vor der Epidemie bestehende Zustand der Kanalisation ergab bloss einen einzigen Weg, der der direkten Ableitung von Fäkalstoffen in die Limmat auf ihrem ganzen Lauf durch die Stadt noch offen stand, nämlich die Ableitung der Kanäle in der Schipfe. Es standen zu jener Zeit daselbst nämlich noch 48 Kübeleinrichtungen *nicht* mit dem allgemeinen Dohlennetz, dessen Ausmündung sich bekanntlich erst unterhalb des Wasserwerkes an die Limmat findet, in Verbindung, sondern mündeten in das Limmatbett. Wenn auch die Menge der auf diesem Wege in das Wasser gelangten Fäkalstoffe im Vergleich zur Menge des vorüberströmenden Wassers eine minimale genannt werden muss, so konnte doch, falls Dejektionen von Typhuskranken vor Beginn der Epidemie auf diesem Weg sich dem Wasser direkt beimischten, eine Infektion der Leitung, wenn auch mit sehr spärlichen Typhuskeimen als nicht ganz ausser dem Bereich der Möglichkeit erscheinen.

Es zeigte sich nun, dass im Monat März zwei Typhusfälle in besagtem Stadttheile vorkamen: 1. 1 Fall erkrankte am 19. März im Haus Nr. 31, Schipfe, 2. 1 Fall am 10. März Strehlgasse 12. Der erste war bettlägerig vom 16. März an, wurde am 22. in's Spital aufgenommen; der zweite wurde am 24. März in's Spital aufgenommen. Im April kamen dann in dem bezeichneten Gebiet 18 Erkrankungen vor und zwar 2 am 9., 1 am 10., 3 am 11., 3 am 13., 1 am 16., 1 am 20., 2 am 22., 1 am 23., 3 am 25., 1 am 26.; im Mai 6 Erkrankungen: 2 am 4., 1 am 6., 1 am 9., 1 am 21. und 1 am 24.

Die Fälle des April und Mai fallen also ganz in den Rahmen der allgemeinen Epidemie und bieten für die hier zu besprechende Frage nichts Besonderes. Wir könnten also als Grund der Wasserinfektion blos die zwei, ja nur wenige Tage zu Hause verpflegten Fälle im März annehmen. Es ergab sich nun ferner, dass das Wasser damals eine Temperatur von 5—6° C. hatte, der Wasserstand ein niedriger und die Schleusen beim Wollenhof geschlossen waren, also eine gewisse Stagnation des Wasser daselbst bestand. Trotzdem erscheint die Annahme einer Infektion des Brauchwassers von diesen zwei einzigen Fällen aus durch das Strombett der Limmat hindurch, einmal weil der Nachweis fehlt, dass überhaupt von diesen Dejektionen sicher in die Limmat gelangt sind und selbst dies angenommen wegen

der kolossalen Verdünnung, welche dieselben nothwendigerweise hätten erfahren müssen, als nicht wahrscheinlich, zumal eine *rasche* Vermehrung der Typhusbacillen bei der niedern Wassertemperatur ebenfalls nicht anzunehmen war. Ein weiterer Beweis für irgendwelche direkte Aufnahme von Typhusdejektionen konnte nirgends erbracht werden und so bleibt denn blos noch übrig, die Verhältnisse des *Grundwassers* am *Bahnhofplatz* in's Auge zu fassen, da sich mit Sicherheit ergeben hat, dass von dort, wenn starke Pumpenleistungen stattfinden, ein Eindringen des Grundwassers in die auch dort nicht absolut wasserdichte Leitung denkbar ist.

Dass dies in der That höchst wahrscheinlich erfolgt, wenn mit fünf Systemen gepumpt wird, ergibt sich aus dem Sinken des Spiegels in den Sodbrunnenschachten am Bahnhofplatz. Da aber für das Grundwasser an der betreffenden Stelle keine besondere Veranlassung einer Infektion vorlag, ferner die Beschaffenheit des mit nur zwei und mit fünf Systemen gepumpten Wassers keine Differenz zeigte, erscheint von vorneherein die Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung von dieser Stelle aus gering. Dazu kommt ferner, dass früher sehr oft schon bei starkem Pumpen derartiges Grundwasser sich ohne Schaden der Gesammtwassermenge zweifellos beigemischt hat, und dass im Verhältniss zum Beginn der Epidemie die zeitliche Coincidenz nicht nachgewiesen werden konnte. Ein Grund, dieser Möglichkeit einen besonderen Einfluss zuzuschreiben, liegt also wiederum nicht vor.

Gern hätten wir noch die fast gleichzeitig aufgetretene, beinahe ebenso intensive Typhusepidemie in Genf zur genauen Vergleichung mit der unsrigen herangezogen, besonders, da die bisher in die Oeffentlichkeit gelangten Notizen und kurzen Berichte über dieselbe auf eine sehr grosse Uebereinstimmung in der Aetiologie mit der unsrigen hinweisen. Jedoch konnten wir aus dem Grunde nicht näher darauf eintreten, da das zu einer wissenschaftlichen Werth beanspruchenden Vergleichung absolut nothwendige offizielle Quellen-Material bisher nicht veröffentlicht wurde.

Wir haben hiemit alle wesentlichen Momente, von denen sich denken liess, sie könnten die vorjährige Typhusepidemie veranlasst haben, besprochen, und glauben nachgewiesen zu haben, dass die Annahme, es sei in Folge Aufrührens des mit organischem Unrath aller Art getränkten Grundes beim Bellevue zunächst das Wasser der Limmat und in Folge Eindringens solchen Wassers in die undichte Leitung unterhalb der Rosengasse das Wasser der Leitung selbst vorübergehend infizirt worden, am meisten für sich hat.

So unheilvoll nun auch ein solcher Vorgang sich erwiesen haben mag, so darf doch wieder eine Beruhigung aus dem Umstande geschöpft werden, dass die Infektion sich als eine rasch vorübergehende erwiesen hat und wir keinen Grund fanden, die Beschaffenheit des Wassers als dauernd verschlechtert oder gefährlich anzunehmen. Hoffen wir, dass mit der Wahl der neuen Fassungsstelle und der Erstellung einer allen Anforderungen an grösstmögliche Dichtigkeit entsprechenden Leitung verbunden mit sorgfältigster Reinigung des von ihr gelieferten Wassers, ähnliche trübe Erfahrungen für immer uns erspart bleiben.

ZÜRICH, den 10. März 1885.

Namens der Kommission,
Der Berichterstatter ad hoc:
Dr. H. v. Wyss.

2. Korrespondenz mit Geheimrath Dr. Koch, vom Reichsgesundheitsamt Berlin.

Tit.

Nachdem die I. Subkommission der erweiterten Wasserkommission in ihrer Sitzung Ende Juni beschlossen hatte, an Dr. Koch in Berlin die Anfrage zu richten, ob die gegenwärtigen Kenntnisse von den Typhusbacillen derartige seien, dass dieselben praktische Schlussfolgerungen bezüglich der Wasserverhältnisse schon gestatten, beehrte sich der mit diesem Auftrage betraute Unterzeichnete am 8. Juli an Herrn Dr. Koch, der damals in Toulon sich aufhielt, nach kurzer Darstellung der allgemeinen Verhältnisse unserer Wasserversorgung, sowie der Typhusepidemie, ferner unter Mittheilung der Schlussfolgerungen von Prof. Klebs und der vorläufigen Ansichten von Prof. Cramer, in obigem Sinne eine *vorläufige* Anfrage zu stellen. Es traf hierauf unterm 1. August die folgende Antwort ein:

„Berlin, *den 31. Juli 1884.*

„Sie werden gütigst verzeihen, dass ich Ihren Brief vom 9. d. Monats so lange unbeantwortet liess. Doch liessen mich dringende Amtsgeschäfte nicht eher dazu kommen, Ihnen zu schreiben.

„Ihre Mittheilungen über die Typhusepidemie in Zürich und die sie bedingenden Verhältnisse interessiren mich sehr und ich werde gerne bereit sein, Ihnen mit meinem Rath zur Seite zu stehen, um zur Lösung der wichtigen Frage, soweit es in meinen Kräften steht, beizutragen. Ich halte es jedoch für nothwendig, da es sich in diesem Falle um die Angelegenheiten einer grossen Kommune und nicht um eine reine Privatsache handelt, zuvor mir die Genehmigung meiner vorgesetzten Behörde, des Reichsamtes des Innern, einzuholen. Die hierauf bezüglichen Schritte sind bereits geschehen und ich zweifle nicht, dass ich die Zustimmung des Reichsamtes erhalten und Sie bald davon werde in Kenntniss setzen können.

„Soweit ich aus Ihrer Schilderung ersehe, wird es sehr schwierig sein, jetzt, nachdem die Epidemie vorüber ist, direkt zu entscheiden, ob damals Typhusbacillen in die Wasserleitung gelangt sind. Es müsste denn sein, dass die von Klebs gefundenen, aus dem Wasser der Leitung und aus dem Filterschlamm kultivirten Bacillen ächte Typhusbacillen sind, worüber ich nicht eher urtheilen kann, ehe ich sie nicht selbst gesehen habe.

„Mir scheint zunächst die Filteranlage selbst einer sorgfältigen Untersuchung werth. In Ihrem Briefe ist nichts davon erwähnt. Vielleicht haben Sie die Güte, mir eine möglichst eingehende Beschreibung des Filters, sowie des Betriebes desselben und ob etwa seit der Epidemie Aenderungen daran vorgenommen sind, mitzutheilen. Auch bitte ich, eine ganz genaue Beschreibung von der Art und Weise geben zu wollen, in welcher die Reinkulturen der Typhusbacillen erhalten sind.“

Es erhielt der Unterzeichnete dann in der That, d. d. 18. August, mit Zuschrift der kaiserlich deutschen Gesandtschaft in Bern die Anzeige, dass die vorgesetzte Behörde Herrn Dr. Koch zu der Mitwirkung bei den bezüglichen Untersuchungen in dem erbetenen Umfange, soweit dies von Berlin aus möglich, ermächtigt habe.

Der Unterzeichnete antwortete hierauf Herrn Geheimrath Koch zunächst unter Verdankung mit der Zusicherung baldiger Zusendung des zur weitern Begutachtung nothwendigen Materials.

Doch trat nun eine erhebliche Verzögerung der Angelegenheit dadurch ein, dass Herr Prof. Cramer seine Untersuchungen unterdessen energisch fortgesetzt hatte und es durchaus geboten schien, die Beendigung derselben resp. sein Gutachten erst abzuwarten, bevor eine weiteregutachtliche Aeusserung eingeholt würde.

Dies geschah nun unterm 22. Oktober durch erneuerte Zuschrift an Dr. Koch, worin die Gründe der Zögerung auseinandergesetzt und folgendes Material zur Beurtheilung an denselben gesandt wurde:

1. Zwei Gutachten von Prof. Klebs betreffend unsere Wasserversorgung;
2. Ein Gutachten von demselben betreffend die Typhusepidemie von Hinweil;
3. Präparate von Prof. Klebs aus letzterer Epidemie erhalten;

4. Eine kurze Beschreibung unserer Wasserversorgungsanlage sammt Plänen von Herrn Stadtingenieur Burkhardt;
5. Der bezügl. Bericht von Herrn Burkhardt;
6. Das Gutachten über das städtische Leitungswasser von Prof. Cramer;
7. Präparate von Herrn Prof. Cramer.

Es erfolgte hierauf, dat. vom 28. November, folgender ausführlicher Bericht von Dr. Koch:

„Berlin, *28. November 1884.*

„Nachdem ich in den letzten Tagen Zeit gefunden habe, um das von Ihnen geschickte Material an Schriften, Karten und Präparaten zu studiren, erlaube ich mir Ihnen das vorläufige Resultat mitzutheilen.

„Ich darf wohl voraussetzen, dass Ihnen im Wesentlichen nur darum zu thun ist, meine Ansicht über die Typhusfrage und speziell über die Möglichkeit, ob die Typhusbacillen in der Wasserleitung vorhanden sein konnten, resp. vorhanden gewesen sind, zu erfahren. In dieser Beziehung kann ich mich aber ziemlich kurz fassen, da ich mit dem, was Prof. Cramer in seinem Gutachten vom 29. September d. J. über das städtische Leitungswasser gesagt hat, fast durchweg übereinstimme. Ein Zweifel darüber, ob das Typhusgift durch die Leitung des Gebrauchswassers in der Stadt verschleppt ist, scheint nicht zu bestehen und die Beschädigungen an dem Leitungsrohr im Bette der Limmat haben auch zur Genüge den Weg gezeigt, auf dem das Typhusgift in die Leitung eindringen konnte.

„Wie alle neueren Untersuchungen mit voller Gewissheit gelehrt haben, besteht das Typhusgift aus einer besondern Art von Bacillen, den s. g. Typhusbacillen, welche auch, wie die mir zur Ansicht zugeschickten Präparate von Prof. Cramer erkennen lassen, in der Milz von Leichen der Zürcher Epidemie nachgewiesen sind. Aus der Milz von Typhusleichen lassen sich die Typhusbacillen ohne Schwierigkeit in Reinkulturen gewinnen und ihre Eigenschaften in Bezug auf Wachsthum, Sporenbildung u. s. w. feststellen.

„Im Allgemeinen besitzen die Typhusbacillen Kennzeichen, vermittelst deren man sie von manchen anderen Bacillen, welche ihnen an Grösse und Gestalt sehr nahe kommen, gut unterscheiden kann; aber es fehlt ihnen an so ausgeprägten Eigenthümlichkeiten, wie die Tuberkel- und Cholerabacillen sie besitzen, welche man mit grösster Sicherheit unter einem Gemisch der verschiedensten Bakterien, z. B. im Darminhalt, erkennen, isoliren und in Reinkulturen gewinnen kann.

„Desswegen ist es auch bisher noch niemals gelungen, die Typhusbacillen im Wasser, Boden u. s. w. nachzuweisen, selbst wenn man dieselben darin als vorhanden voraussetzen konnte. Damit ist aber nicht gesagt, dass es nicht doch über kurz oder lang gelingen könnte, diese Aufgabe zu lösen. Im Gegentheil lassen Versuche, welche in allerletzter Zeit in meinem Laboratorium in dieser Richtung mit Typhusbacillen in Kulturen auf Gelatineplatten angestellt wurden, hoffen, dass es mit Hülfe dieser Methode, welche bei den älteren Versuchen uns noch nicht zu Gebote stand, es wohl ausführbar sein wird, die Diagnose auf Typhusbacillen im Wasser etc. zu stellen.

„Die von Prof. Klebs zu diesem Zwecke angewandte Methode, welche darin besteht, dass Bodensatz des Wassers oder suspendirte Flöckchen einfach auf die Nährgelatine übertragen werden, kann ich nicht als geeignet halten, um Reinkulturen von Bakterien und speziell der Typhusbacillen zu erzielen. Die mit diesem Verfahren hergestellten Kulturen entsprechen auch nicht in ihren Eigenschaften den Reinkulturen von Typhusbacillen, und zwar besteht eine Differenz in folgenden Punkten:

„1. Nach Mittheilung von Prof. Cramer in seiner Schrift pag. 5, verflüssigten die Klebs'schen Kulturen die Nährgelatine. Typhusbacillen thun dies nie, selbst nicht, wenn die Kulturen monatelang aufbewahrt werden.

„2. Prof. Klebs geht von der Annahme aus, dass die Typhusbacillen bei Anwendung der Gram'schen Färbungsmethode intensiv gefärbt bleiben und bezeichnet desswegen die in seinen Präparaten dunkel gefärbt gebliebenen Bacillen als Typhusbacillen. Dagegen haben Gram selbst und Friedländer bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die Typhusbacillen bei der erwähnten Methode den Farbstoff wieder verlieren und schliesslich fast ungefärbt aussehen. Ich habe in den letzten Tagen noch eine Anzahl von Versuchen über das Verhalten ächter Typhusbacillen gegen die Gram'sche Färbung anstellen lassen und mich ebenfalls davon überzeugt, dass die Typhusbacillen im Gegensatz zu vielen anderen Bakterien den Farbstoff wieder verlieren und so blass werden, dass man sie kaum erkennen kann.

„3. Die von Prof. Klebs gegebene Beschreibung der Sporenbildung in den von ihm als Typhusbacillen bezeichneten Bacillen stimmt nicht mit den an ächten Typhusbacillen beobachteten Verhältnissen.

„Mit dieser Voraussetzung stimmt dann auch das Resultat der Untersuchung der beiden Klebs'schen Präparate überein. Beide enthalten keine Reinkulturen und auch keine Bacillen, welche den Typhusbacillen entsprechen.

„Das Präparat, welches die Bezeichnung „Hinweil X." trägt, zeigt Bacillen, welche endständige, dicke Sporen

besitzen. Diese Form findet sich niemals bei den Typhusbacillen; ausserdem sind die fraglichen Bacillen bei der Gram'schen Färbung dunkel gefärbt geblieben und unterscheiden sich auch hierdurch von den Typhusbacillen. Neben den keulenförmigen Bacillen finden sich dann auch noch andere Arten. Ebenso sind auch in dem Präparat „Hinweil V." verschiedene Bakterienarten, von welchen keine den Typhusbacillen morphologisch gleicht.

„Das Gleiche gilt von Prof. Cramer's Präparaten, welche sich auf Untersuchung von Wasserproben beziehen. Auch in diesen konnte ich nichts finden, was als Typhusbacillen gedeutet werden könnte. Hiermit befinde ich mich übrigens auch nicht im Widerspruch mit Prof. Cramer, welcher in dem erwähnten Gutachten den gleichen Standpunkt einnimmt. Diese Uebereinstimmung dürfte um so mehr in's Gewicht fallen, als Prof. Cramer die ächten Typhusbacillen in allen ihren Eigenschaften richtig beschreibt, und, wie seine übrigen Präparate beweisen, dieselben mit Erfolg in Reinkulturen sowohl auf Kartoffeln als in Nährgelatine gezüchtet hat, so dass ihm auch das Verhalten der Typhusbacillen in Reinkulturen auf jeden Fall bekannt ist.

„Mit Rücksicht hierauf glaube ich nicht, dass es gelungen ist, die Typhusbacillen in Zürich im Filterschlamm, Wasserleitung u. s. w. nachzuweisen. Dennoch stimme ich im Uebrigen der Ansicht der Professoren Klebs und Cramer vollkommen bei, dass zu einer bestimmten Zeit, vermuthlich kurz vor dem Ausbruch der Epidemie und zwar nur vorübergehend, wie aus dem explosionsartigen Auftreten der Epidemie zu entnehmen ist, Typhusbacillen oder deren Sporen ihren Weg in die defekte Leitung gefunden haben.

„Von wo dieselben gekommen sind, lässt sich schwer sagen, darüber müssten weitere Untersuchungen an den Stellen Auskunft geben, wo bekanntermassen Verunreinigungen des Seewassers stattgefunden haben. Am meisten möchte ich noch die Verunreinigung des Wassers durch die Baggerarbeiten als verdächtig halten, theils weil damit die Zeit des Ausbruches der Epidemie und die kurze Dauer derselben im Einklang steht, theils weil die Genfer Typhusepidemie unter analogen Verhältnissen stattgefunden zu haben scheint.

„Auf jeden Fall wird es sehr nothwendig sein, der Quelle, aus welcher die Infektion stammte, auch jetzt noch nachzuforschen; denn ehe man dieselbe nicht kennt und vermeiden lernt, wird man stets in der Gefahr einer ähnlichen Katastrophe sich befinden. In dieser Beziehung möchte ich namentlich nicht zuviel Vertrauen auf die Verbesserung des Filters und der Leitung setzen, so lange dieselben in ihrer jetzigen Konstruktion belassen werden. Abgesehen davon, dass das jetzige Filter eine ungefähr um das Dreifache zu kleine Oberfläche hat, so würde auch eine entsprechende Vergrösserung desselben nur dann die Gewähr für eine ausreichende Filtration des Wassers bieten, wenn dasselbe in nicht zu langen Zwischenräumen (höchstens einigen Monaten) erneuert werden kann. Sehr eingehende und durch längere Zeit fortgesetzte Untersuchungen im Gesundheitsamt haben sowohl in Bezug auf Filtration des Wassers sowohl im Kleinen als im Grossen gelehrt, dass die gewöhnlichen Filter, namentlich auch die Sandschichtenfilter, nur eine begrenzte Zeit hindurch Mikroorganismen zurückhalten können, weil sich allmählig in den Poren des Filters eine Bakterienvegetation entwickelt und schliesslich durch das Filter hindurchdringt.

„In der Voraussetzung, dass Ihnen diese Bemerkungen vorläufig genügen werden und dass es, nachdem Prof. Cramer die bakterielle Seite der Frage so vortrefflich bearbeitet hat, eines eigentlichen Gutachtens meinerseits wohl nicht bedarf, schliesse ich für heute. Wenn Sie noch irgend welche spezielle Auskunft von mir wünschen sollten, dann bitte ich über mich verfügen zu wollen und bestimmte Fragen zu stellen. Die Präparate des Herrn Prof. Cramer sende ich hierbei wieder zurück und bitte zu bestimmen, was Sie von dem übrigen Material zurückwünschen."

Dieser Bericht wurde vorläufig nur der engeren Kommission der Subkommission I vorgelegt und beschlossen, zunächst unter Verdankung des bisher erhaltenen auf Einholung eines weitern Gutachtens zu verzichten, falls Dr. Koch seine Einwilligung zur Veröffentlichung seines letzten Briefes gebe und blos noch um weitere Aufklärung bezüglich der Filterfrage zu bitten.

Dies geschah in einer weitern Zuschrift vom 9. Dezember. Auf diese erfolgte die gewünschte Zusage mit Bemerkungen über die Filterfrage in folgender Weise:

„BERLIN, *den 21. Dezember 1884.*

„Von den in meinem letzten Brief enthaltenen Mittheilungen bitte ich ganz in der von Ihnen als zweckmässig erachteten Weise Gebrauch zu machen.

„Ueber die von mir angedeuteten im Gesundheitsamt angestellten Untersuchungen betreffs der Filtration von Wasser kann ich keine detaillirten Angaben machen, weil dieselben noch nicht veröffentlicht sind, doch lässt sich das bis jetzt gewonnene Resultat kurz dahin präzisiren:

„Eine Reinigung des Wassers von den darin enthaltenen Mikroorganismen ist nur durch richtig konstruirte Sandfilter von ca. 1,5 *m* Mächtigkeit zu erreichen (wovon ca. 1 *m* auf die eigentlich filtrirende Sandschicht fallen) und es darf einem solchen Filter keine höhere Leistung zugemuthet werden, als durchschnittlich 3 m^3 Wasser vom Quadratmeter Filterfläche in 24 Stunden.

„Die Brauchbarkeit des Filters ist von begrenzter Dauer und kann von wenigen Tagen bis zu einigen Monaten, je nach der Beschaffenheit des zu filtrirenden Wassers, gehen.

„Ueber kurz oder lang füllen sich aber die Poren des Filters mit zersetzungsfähigen Stoffen; die Filtration wird verlangsamt und zu gleicher Zeit vermehrt sich die Anzahl der im filtrirten Wasser nachzuweisenden Mikroorganismen. Ich erkläre mir das in der Weise, dass die Bakterien an den die Poren des Filters ausfüllenden organischen Substanzen ein Nähmaterial finden und allmählig durch das Filter, welches schliesslich einem mit fäulnissfähigem Wasser getränkten Schwamm gleicht, hindurchwuchern. Wenn Sie an einem gewöhnlichen kleinen Kohlenfilter den Versuch anstellen wollen und das mit demselben filtrirte Wasser täglich untersuchen, dann werden Sie finden, dass anfangs weniger Bakterien im filtrirten als im zufliessenden Wasser vorhanden sind; aber gewöhnlich schon nach wenigen Tagen ändert sich dieses Verhältniss und es kommen mehr Bakterien aus dem Filter, als ihm mit dem zuströmenden Wasser zugeführt werden, das Wasser wird also durch die Einschaltung des Filters verschlechtert, anstatt verbessert zu werden. Als ich zum ersten Mal diese Erscheinung an einem Filter bemerkte, war ich davon so überrascht, dass ich an Versuchsfehler glaubte; doch überzeugte ich mich sehr bald an verschiedenen andern Filtern, und auch an den grossen Sandfiltern der Berliner Wasserleitung, dass es sich hierbei um eine ganz konstante Erscheinung handelt, welche wohl kaum anders als in der oben angedeuteten Weise zu erklären ist.

„Ich möchte es demnach für kaum ausführbar halten, eine gleichmässige Filtration mit einem einzigen Filter erreichen zu wollen. Auf die Dauer wird jedes Filter, mag es auch wie das in der Limmat angelegte durch das strömende Wasser an der Oberfläche von der Ablagerung gröberer Sinkstoffe freigehalten werden, doch in seinen Poren mit zersetzungsfähigen Massen erfüllt, es wird im Grossen und Ganzen verstopft, aber zu gleicher Zeit an einzelnen Stellen auch undicht werden und wenig oder gar nicht filtrirtes Wasser durchlassen.

„Eine Filteranlage muss also aus mehreren, wechselweise benutzten Filtern, welche in entsprechenden Zeiträumen zu repariren sind, bestehen.

„Wenn für Zürich nicht ein solches Wasser aus dem Gebirge zu beschaffen ist, das keiner Filtration bedarf, oder wenn es nicht ausführbar ist, das Wasser direkt aus dem See an einer Stelle zu entnehmen, wo absolut keine Verunreinigung mehr zu befürchten ist, dann wird kaum etwas Anderes übrig bleiben, als an einer geeigneten Stelle am Ufer des See's oder im Bette der Limmat eine aus mehreren Filtern bestehende Anlage zu schaffen. Auf jeden Fall müsste das filtrirte Wasser mit Gelatineplatten, wie es beispielsweise jetzt hier in Berlin geschieht, fortlaufend untersucht werden, um jeden Defekt des Filters sofort erkennen zu können.

„Die Präparate des Herrn Prof. Klebs werde ich ihm selbst übergeben, da er beabsichtigt, in den Weihnachtsferien nach Berlin zu kommen."

Indem sich nun der Unterzeichnete gestattet, in dem vorstehenden kurzen Berichte das bisher in dieser Angelegenheit Geleistete dem Tit. Bauherrn und der erweiterten Wasserkommission zu unterbreiten, benutzt derselbe gerne den Anlass dieselben seiner vollkommensten Hochachtung zu versichern.

ZÜRICH, den 5. Januar 1885.

Dr. H. v. Wyss.

3. Gutachten über das städtische Leitungswasser.

Von Prof. Dr. C. Cramer.

Indem ich hiemit zu Handen des löbl. Stadtrathes mein bereits Anfangs Juli eingereichtes Gutachten über die Beziehungen des hiesigen Brauchwassers zu der diesjährigen Typhusepidemie in Zürich in erneuter Gestalt wieder vorlege, muss ich, wie vordem, ebenso sehr um Entschuldigung bitten dafür, dass es erst jetzt geschieht, als dass es schon heute geschieht, jenes weil die Bedeutung der Angelegenheit in der That eine raschere Erledigung meiner Aufgabe wünschbar erscheinen liess, dieses im Hinblick auf die enormen Schwierigkeiten, welche der Beantwortung wenigstens gewisser einschlägiger Fragen entgegenstehen.

Als ich Ende April dieses Jahres vom löbl. Stadtrath mit dem Auftrag beehrt wurde, das hiesige Wasser abermals einer (mikroskopischen) Untersuchung mit Rücksicht auf die sanitarischen Verhältnisse zu unterwerfen, war bereits von einer gewichtigen Seite die Ansicht ausgesprochen worden: unser Brauchwasser enthalte dem Typhuspilz sehr ähnliche Bacillen und sei daher allem Anschein nach als die Ursache der Typhusepidemie zu betrachten.

Es ist klar, dass ich unter diesen Verhältnissen meine Aufgabe nicht, oder doch nicht in erster Linie darin erblicken konnte, ein Inventar aller im Brauchwasser vorkommenden Organismen etc. aufzunehmen, sondern vor allem in der Prüfung der Frage: Sind wirklich Typhusbacillen oder Keime von solchen darin oder nicht? Eine Frage, die sich freilich sofort in mehr als einer Richtung mächtig erweiterte oder erweitern musste, war ja doch derselben nicht beizukommen ohne Berücksichtigung einer Reihe von Vor- und Nebenfragen.

Dies, am meisten aber das späte Eintreffen verschiedener unentbehrlicher Apparate für die Untersuchung, welche der Natur der Sache nach keine rein mikroskopische bleiben konnte, hat die energische Inangriffnahme der Untersuchung gar sehr verzögert und erschwert. Durch das Auftauchen neuer Gesichtspunkte und deren Verfolgung ist dann auch noch die definitive Redaktion des Gutachtens über Gebühr aufgehalten worden.

Die nachfolgenden Zeilen enthalten, ausser den möglichst kurz und allgemein verständlich gefassten Resultaten der mühsamen Untersuchung, eine Anzahl von Ueberzeugungen, die sich mir immer mehr und mehr aufdrängten und die ich hier gleichfalls aussprechen zu sollen glaubte. Allerlei, mehr als Beleg für einzelne Aussagen dienendes Beiwerk wurde an den Schluss des Berichtes verwiesen. Betreffend die sub I—IV berührten Punkte behalte ich mir eine wissenschaftlichere Bearbeitung für eine Fachschrift eventuell vor.

I. Die *wirklichen*, Organtheilen von Typhusleichen entnommenen Typhusbacillen stellen ausnahmslos kürzere oder längere, dünnere oder dickere, isolirte oder paarig verbundene, selten in grösserer Zahl hintereinander liegende *Stäbchen* dar[1]), die sich bei *geeigneter Behandlung* mit Anilinfarben *unschwer intensiv färben* lassen[2]), bei Behandlung nach Gram aber die *Farbe rasch einbüssen*[3]).

Es gilt dies, zumal das Letztere, nicht nur für die Typhusbacillen, welche *Gram* und *Friedländer* untersucht haben, es gilt in gleicher Weise für die von *mir* aus der Milz einer Typhusleiche präparirten Bacillen und die davon abgeleiteten Kulturen[4]), es gilt auch für die Bacillen eines von Herrn Prof. *Eberth* mir gütigst übersandten Originalpräparates, sowie für die *Gaffky'schen* Typhusbacillen. Ein prachtvolles, aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt stammendes Kontrolpräparat von Gaffky und Friedländer (Darmschnitt) wurde mir entgegenkommendst von Herrn Prof. Schottelius in Freiburg im Breisgau zur Vergleichung und Prüfung nach Gram anvertraut. Es gilt endlich auch für Typhusbacillen, die Herr Prof. *Klebs* selbst aus der Milz gezüchtet und mir freundlichst überlassen hatte.

II. Von den von *mir* aus dem *Zürcher Brauchwasser* (Reservoir und Pumpwerk) gezüchteten Bacillen haben manche in mehr als einer Hinsicht nicht geringe Aehnlichkeit mit Typhusbacillen gezeigt[5]). Ich kann dieselben aber nicht für solche halten, weil sie sich in anderer Beziehung von Typhusbacillen abweichend verhielten, namentlich die Nährgelatine nach einiger Zeit stets verflüssigten[6]), und weil ich in neuerer Zeit ganz gleiche oder doch sehr ähn-

liche Formen auch in gewiss völlig harmlosen Quellwassern gefunden habe, so besonders in einem Sodbrunnen im Bahnhof, dann auch in einem Brunnen von Herrn Färber Fierz, in der Albisrieder- und Seefeldleitung, endlich im Wäggithalwasser.

III. Die von Herrn Prof. *Klebs* aus dem *Zürcher Brauchwasser* und einem *Quellwasser* in *Hinweil* gezüchteten Typhusbacillen habe ich selbst keiner eingehenden Prüfung unterwerfen können; doch müssen dieselben auf Grund seiner eigenen Beschreibung als nicht identisch mit echten Typhusbacillen bezeichnet werden, denn sie ergaben bei Behandlung nach Gram eine *dauerhafte* Färbung. (Siehe besonders das Gutachten von Herrn Prof. Klebs über die Epidemie in Hinweil, wo die Eigenschaft gewisser Bacillen bei Behandlung nach Gram, eine *dauerhafte* Färbung zu zeigen, im Widerspruch mit dem sub I und in Anmerkung 3 Gesagten geradezu als Grund für deren Identität mit Typhusbacillen verwerthet wird.) Auch verflüssigten sie nach mündlicher Mittheilung von Herrn Klebs die Nährgelatine in drei Wochen[7]). Den experimentellen Beweis für die pathogene Natur der von genanntem Forscher aus unserm Brauchwasser gezüchteten Bacillen kann ich aus verschiedenen Gründen nicht für erbracht ansehen, namentlich habe ich mich vom Vorkommen derselben Bacillen in den Organtheilen der Versuchsthiere nicht überzeugen können. Es wird hiedurch das Verdienst von Herrn Klebs, als der Erste auf die Gefährlichkeit des Brauchwassers (s. unten sub VI) hingewiesen und damit eine gründliche Untersuchung aller einschlägigen Verhältnisse angeregt zu haben, nicht im geringsten geschmälert.

IV. Es ist übrigens bis jetzt auch noch keinem andern Forscher gelungen, Typhusbacillen ausserhalb des menschlichen Körpers nachzuweisen[8]), und bei unserer noch so äusserst mangelhaften Kenntniss der Typhusbacillen[9]), bei der grossen Verbreitung ähnlich aussehender Spaltpilze und der Unmöglichkeit, die pathogene Natur der Typhusbacillen durch Experimente an Thieren festzustellen[10]), muss ich es überhaupt *für zur Zeit unmöglich erklären,* den Typhuspilz in äussern Medien *mit Sicherheit* nachzuweisen. Aus naheliegenden Gründen dürften übrigens die Bacillen im Wasser gewöhnlich längst wieder verschwunden oder doch sehr selten geworden sein, wenn sich der Forscher an deren Aufsuchung macht.

V. Fehlt hienach zwar der direkteste Beweis dafür, dass das Zürcher Brauchwasser Typhusbacillen oder auch nur Keime von solchen enthalten habe, so darf anderseits doch nicht behauptet werden, dass dasselbe nie von solchen infizirt gewesen sei.

VI. Viele anderwärts gemachte Erfahrungen lehren, dass die typhöse Erkrankung gar oft durch das *Trinkwasser* vermittelt wird. Dies und das *Explosionsartige* der jüngsten Typhusepidemie in Zürich liessen für diese eine analoge Entstehungsweise von vornherein vermuthen. Dass in unserm Fall speziell das *Brauchwasser* im Spiel gewesen sein muss, das haben ausser der grossen Verbreitung der Seuche, besonders die *statistischen* Erhebungen in hohem Grad wahrscheinlich gemacht[11]).

VII. *Auf welche Weise* die *Infektion* des Brauchwassers zu Stande kam, darüber lassen sich zur Zeit wohl *nur Vermuthungen* aussprechen.

Die Thatsache, dass dem plötzlichen Einbrechen der stark verunreinigten Eisdecke des Zürichsees im Jahr 1880 — der Wasserstand war damals zugleich ein sehr niedriger — eine ansehnliche Typhusepidemie folgte, das Zusammentreffen der diesjährigen Typhusepidemie in Genf mit Arbeiten in der Rhone, in Folge deren gewisse in den Fluss gelangende Unreinigkeiten, die sich früher längs des Ufers fortbewegt hatten, direkt dem in der Mitte befindlichen Pumpwerk zugeführt werden konnten, der Umstand endlich, dass auch mit der neulichen Zürcherepidemie durch Brückenbaute und Quaiunternehmung veranlasste Verunreinigungen von See- und Limmatwasser Hand in Hand gingen, das Alles gibt dem Gedanken Raum, es möchte diese Verunreinigung, zumal vielleicht die Aufwühlung aus alten Kloakenausläufen stammender Ablagerungen (Bellevue-Schlamm) durch die im Februar unterhalb der Quaibrücke betriebenen Baggerarbeiten, in ursächlichem Zusammenhang mit der Epidemie gestanden haben. [12]) Doch lassen sich noch verschiedene andere, zum Theil näher liegende Wege der Infektion des Brauchwassers denken (Kloakenausläufe bei der Schipfe etc.).

VIII. Wie dem sei, heute sind jedenfalls keine Typhusbacillen mehr darin. Beweis, dass, wie es in analogen Fällen auch anderwärts beobachtet worden ist, der Typhus in Zürich längst aufgehört hat, obwohl das Brauchwasser wieder von Tausenden, auch dem Schreiber dieser Zeilen, ungekocht getrunken wird. Nachdem vor einigen Tagen die Baggerarbeiten bei der Quaibrücke neuerdings begonnen haben, ist selbstverständlich wieder grössere Vorsicht am Platz.

IX. Es ist auch höchst unwahrscheinlich, dass sich der Typhus nun jedes Jahr wiederholen werde.

Die städtische Brauchwasserversorgung als solche ist keine Brutstätte von Typhusbacillen. Sie wird tagtäglich von so kolossalen Wassermengen durchströmt und das laufende Brauchwasser enthält nach den Untersuchungen des Stadtchemikers, Herrn Bertschinger, so wenig Nährstoffe für Bakterien (bloss $^{2-3}/_{100000}$ gelöste organische Stoffe), dass Kalamitäten, wie die letzte Typhusepidemie, nur verständlich erscheinen unter der Annahme eines lokalen Ein-

bruches von Infektionsmaterial. Dazu braucht es aber begünstigende Umstände, die sich nur selten zusammenfinden, und damit dies sobald nicht wieder geschehe, dazu sind eine Reihe wirksamer Massnahmen bereits getroffen worden, [13]) andere hat man in Aussicht genommen, über einzelne Fragen schweben noch Untersuchungen. [14])

X. *Es ist wahr,* unser Brauchwasser *enthält* diverse kleinere *thierische* und *pflanzliche Organismen.* Auf dem Filter und im sogenannten Reservoirschlamm kam eine *ungeheure Zahl von Spaltpilzen* vor. Das laufende Brauchwasser ist *relativ arm* an solchen. [15]) *Menge* und besonders *Bedeutung* jener thierischen Insassen ist aber sehr *überschätzt* worden. Auch Quellwasser enthalten dergleichen, von manchen Brunnenstuben nicht zu reden. Mögen jene thierischen Organismen zur Zeit, als die Leitung Typhuskeime enthielt, an Stellen, wo erstere sich häufen konnten, nach Maassgabe der damals herrschenden Temperatur (bloss ca. 6° C.), zur Vermehrung der Bacillen beigetragen haben, Infusorien und kleine Kruster sind für sich allein doch *weder Typhuserreger, noch auch nur Beweise für die Anwesenheit von solchen,* überhaupt *an sich sehr unschuldig.* Wie mich Herr Dr. Keller, Dozent der Zoologie, der die Güte hatte, die Bestimmung der von mir gefundenen Wasserthierchen zu übernehmen, versichert, müssen manche im Gegentheil als *nützlich* bezeichnet werden, sofern sie allerlei Kadaver verzehren und bei ihrer Gefrässigkeit wesentlich dazu beitragen, todte organische Substanz in lebende Formen umzuwandeln.

Ein für Auge und Gaumen tadelloses Wasser vermag Typhus hervorzurufen, wenn sich demselben ihrer Kleinheit wegen ohne Weiteres nicht wahrnehmbare Typhuskeime beigesellt haben, wogegen ein ganz trübes, ja, wie einzelne Beispiele gezeigt haben, durch Jauche etc. verunreinigtes Wasser Jahre lang genossen werden kann, wenn es zufällig keine Krankheitserreger enthält, womit natürlich ein solches Wasser nicht zum Trinken empfohlen werden soll.

Was aber jene Spaltpilze betrifft, die man als ebenso viele beredte Zeugen ausgiebigster Fäulnissprozesse aufzufassen geneigt sein könnte, so sei hervorgehoben, dass die Ergebnisse wiederholter chemischer Analysen dieser Annahme durchaus widersprechen. [16]) Auch wolle man ja nicht glauben, dass in jedem Spaltpilz ein Dämon steckt. Gewiss sind einzelne höchst gefährlich, es gibt aber auch *unschädliche,* ja *nützliche!* In jedem Bissen Käse, Sauerkraut etc. verschlingen wir unzählige Mengen, ohne Schaden zu nehmen. Der gesundeste Mensch führt deren stets Milliarden im Mund, Magen und Darm mit sich herum. Von jenen befördern zwar einzelne die Verderbniss der Zähne, für andere ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie zur Verdauung beitragen, indem sie Eiweisskörper und Kohlenhydrate in Lösung überführen, und die im Darm massenhaft enthaltenen Fäulnisspilze sind, sofern sie unverdaute Speisereste der Zersetzung und Lösung entgegenführen, gewiss auch von etwelchem Nutzen. Dasselbe gilt von der Grosszahl der in der freien Natur, in der Erdkruste, am Grund der Gewässer, sowie in den Reservoirs unserer Wasserversorgung etc. vorkommenden Spaltpilze, sie vermitteln die Umsetzung zahlreicher Kadaver.

XI. Ich muss aber noch aus anderen Gründen dem bisherigen System unserer Wasserversorgung das Wort reden.

Es ist irrig, darum, weil dies Jahr, vielleicht auch anno 1880, das Brauchwasser eine Typhusepidemie veranlasst hat, anzunehmen, dass dies *nur* auf *diesem* Weg geschehen könne. *Dieselbe Kalamität* kann ein ander Mal durch *Quellwasser* über uns kommen. Man vergesse nicht, wie viele Typhusepidemien schon auf die letzte Weise entstanden sind [17]) und was für Zufälligkeiten, die sich oft gar nicht voraussehen lassen, da mitspielen können. Ich erinnere beispielsweise an *Lausen,* Baselland, wo die Typhusdejektionen zuerst durch ein offenes Gräblein einem alljährlich zum Bewässern ausgedehnter Wiesen benutzten Bach zugeführt wurden, dann von hier aus mit dem Versickerungswasser unterirdisch in die Brunnenleitung eindrangen. Ich verweise auf die Wasserversorgung der Stadt *Basel.* Das Trinkwasser wird daselbst in eisernen Röhren von Angenstein und Grellingen hergeleitet. Demselben ist aber eine Quelle beigemengt, die zwar aus dem Berge entspringt, aber zum grössten Theil der weiter oben verschwindende Seewener Bach ist, der die Dörfer Bretzwyl und Seewen durchfliesst. Wie leicht kann von da unversehens der Typhus über Basel hereinbrechen. — Auch mit dem *alpinen Ursprung* eines Wassers ist's nicht immer gethan: Ich weilte vor Jahren an einem berühmten Luftkurort, wo das Wasser krystallklar, kühl und schmackhaft, ein wahres Kleinod zu sein schien, aber, damals wenigstens, häufig Diarrhöe, wiederholt sogar Typhus verursachte, weil, wie der Arzt versicherte, die Quelle mit den Latrinen-Abflüssen zusammenhing. Wie manches hochgeschätzte Gebirgswässerlein ist nichts als das Drainagewasser einer urschmutzigen Alp! Wie sehr ich Ursache hatte, in meinem Anfangs Juli eingereichten vorläufigen Gutachten selbst mit Bezug auf die so viel gerühmten Wäggithalquellen Vorsicht zu empfehlen, das lehrt das seither eingegangene Gutachten von Herrn Prof. Heim, mit dessen Befunden die Ergebnisse der chemischen Expertisen der Herren Prof. Lunge und Stadtchemiker Bertschinger, sowie meiner mikroskopischen Untersuchung im Einklang stehen.

Piefke, der vieljährige Direktor der Berliner Wasserversorgung sagt in einem Schriftchen „Mittheilung über

natürliche und künstliche Filtration“: *„Es gibt kein besseres Reinigungsmittel für ein Trinkwasser als ein grosses Seebecken.“*

In der That, eine Menge wirksamer Faktoren treten da zusammen zur Erreichung desselben Zieles:

Sedimentirung, begünstigt durch die langsame Strömung des Wassers, auch durch mancherlei Lebensvorgänge bei Pflanzen und Thieren.

Ausgiebige Oxydationsprozesse, begünstigt durch grosse Berührungsfläche des Wassers mit der Luft, Bewegung desselben bei Sturm, durch Schifffahrt, begünstigt auch durch von grünen Wasserpflanzen unter dem Einfluss des Sonnenlichtes ausgeschiedenen Sauerstoff.

Eine *formenreiche Thierwelt,* die sich zumal an den Einläufen schmutziger Bäche ansammelt, eine Menge von Abfallstoffen verzehrt und in lebende Substanz umwandelt.

Die *Thätigkeit zahlloser,* hauptsächlich den Seegrund bewohnender *Spaltpilze,* die oft erstaunlich rasch todte organische Substanz dem gänzlichen Zerfall in unschädliche Stoffe entgegenführen.

Mit alledem hängt wohl auch zusammen, dass, wie mein verehrter Kollege, Herr Prof. Heim, mir schreibt, das Wasser jedes grossen Sees sich in einer Art Gleichgewichtszustand gegenüber den beeinflussenden Umständen befindet. Während Bäche, Quellen, Flüsse nach ihrem Stand und der Jahreszeit ihre chemische Beschaffenheit rasch ändern, ist die chemische Zusammensetzung jedes einzelnen Sees jahraus, jahrein konstant (Weith). „Genau ebenso“, fährt Heim fort, „verhält es sich ohne Zweifel mit den Organismen und organischen Substanzen in einem See; denn die chemische Beschaffenheit hängt vielfach von der Thätigkeit dieser Organismen ab. Während eine Quelle heute ein gutes, mikroskopisches und chemisches Untersuchungsresultat, morgen oder einige Tage später ein schlechtes liefern kann, haben wir hingegen wegen der stattgefundenen Ausgleichung beim See solche Schwankungen nicht zu befürchten. Ist das offene Seewasser nach der Untersuchung heute gut, so ist es dies auch die folgenden Tage fort und fort. Wir haben einen *viel zuverlässigeren Boden* für die Beurtheilung, als bei den *wankelmüthigen Quellen.*“

Und dieses köstliche, von der Natur uns geschenkte Hülfsmittel [18]), um das hundert Städte uns beneiden, sollten wir ungenützt bei Seite setzen? Besinnen wir uns! Vergessen wir auch nicht, dass mit Beendigung des Quaiunternehmens zahlreiche, zur Zeit immer noch nicht ganz zu vermeidende ausserordentliche Verunreinigungen des Ausflusses aufhören werden [19]) und vertrauen wir einer fortgeschrittenen Technik! Oder glaubt man, was mit einer Spree, Elbe, Oder und Themse etc. etc. fertig gebracht wird und was wir selbst fast zwei Jahrzehnte lang besessen haben, ein reines, gesundes Trinkwasser, das sei aus dem von aller Welt bewunderten Zürcher Seewasser nicht wieder zu erstellen?

Ich höre an einen jüngst auf dem Zürichsee begegneten Unglücksfall und die der Verwesung anheimgefallenen Leichname erinnern, ich höre auf die von den Aborten der Dampfboote etc. drohenden Gefahren hinweisen. Tod und Verwesung ist überall; eine unzählbare Menge thierischer und pflanzlicher Organismen geht tagtäglich allüberall zu Grunde und thierische wie menschliche Fæcalien werden ausgestreut, so weit das Leben reicht, nicht bloss in Flüssen und Seen, sondern ebenso auf der Wiese, im Acker, im Wald, auf der Alp, über und unter der Erde, selbst auf dem ewigen Schnee. Nicht immer aber erfahren die mannigfaltigen Zersetzungsprodukte eine so kolossale Verdünnung, wie in jedem grösseren See, nicht überall sind ferner aus denselben und anderen Gründen die Chancen für direkt infizirende Verunreinigungen eines Trinkwassers so gering, als bei einer zweckmässig angelegten und gut gepflegten Seewasserversorgung unter normalen Verhältnissen.

Eine unfehlbare Garantie gegen jegliches Missgeschick hat es nie gegeben und wird es nie geben. Man thue daher das Mögliche [20]), wisse sich aber darüber hinaus zu bescheiden.

XII. Zürich besitzt neben der Brauchwasserversorgung bereits eine ansehnliche Zahl mit trinkbarem Quellwasser versehener Brunnen. Will man ein Uebriges thun und durch Erwerbung weiterer Quellen eine Vermehrung dieser Brunnen, zumal in den Ausgemeinden, ermöglichen — gut!

Je verschiedener der Ursprung des Trinkwassers einer Stadt, desto geringer die Gefahr einer allgemeinen Ausbreitung von Krankheiten, bei welchen das Wasser eine Rolle spielt, desto leichter ferner, bei nöthig werdender Abstellung einzelner Bezugsquellen, die Beschaffung andern Wassers. Nur hole man eventuell das Quellwasser am rechten Ort, wenn möglich z. B. im Sihlwald, der als ausgedehntes Waldgebiet und städtisches Eigenthum sich doppelt empfehlen würde, nicht aber im fernen Wäggithal, zumal wir ja dessen Wasser, durch Seebecken und Filter noch merklich verbessert, gratis bereits in allen Häusern haben.

Anmerkungen und Zusätze.

1.

Von gewissen Differenzen, welche die Typhusbacillen verschiedener Autoren zeigen etc., sehe ich hier ab.

2.

Z. B. mit Methylenblau und besonders Gentiana-violett-Anilinwasser.

3.

Bei diesem Verfahren werden die Präparate zuerst kürzere oder längere Zeit in Gentianaviolett-Anilinwasser, dann zwei bis drei Minuten in Jodjodkaliumlösung, zuletzt wenige Minuten in absoluten Alkohol gelegt. Vergl. Dr. Gram (Fortschritte der Medizin von Dr. C. Friedländer, Band 2, Nr. 6) und Dr. C. Friedländer (Mikroskopische Technik, 2. Aufl., pag. 49). Jener sagt dort wörtlich: „*Typhusbacillen entfärben* sich sowohl ohne als mit Jodbehandlung *sehr leicht in Alkohol.* Ich habe auch versucht, die Objekte (Schnitte) bis 24 Stunden zu färben, aber ohne besseren Erfolg," und Friedländer hier: „Es ist übrigens zu bemerken, dass die *Typhusbacillen* bei diesem (dem Gram'schen) Verfahren *farblos* erscheinen. Sie werden ebenso rasch entfärbt wie die Kerne (der Gewebetheile). *Sie unterscheiden sich hiedurch von den meisten andern Bacillenformen.*"

4.

Zu meinen Kulturen habe ich Anfangs durch strömenden Wasserdampf sterilisirte Kartoffeln, später ausschliesslich Nährgelatine verwendet. Letztere wurde nach der Vorschrift von Dr. H. Buchner, Lazaretharzt in München, der mich durch seinen werthvollen Rath, sowie anderweitige Unterstützung zu grossem Dank verpflichtet hat, angefertigt.

5.

Unter anderm auch bei Behandlung nach Gram sich rasch entfärbt.

6.

Dr. Gaffky *betont* in seiner Arbeit über die Wittenberger Typhusepidemie (Band II der Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt) *bei jeder Gelegenheit,* dass die *Typhusbacillen dies niemals thun.* In der That haben denn auch meine bis zur Stunde fortgesetzten Kulturen der *Milz*bacillen die Gallerte *nie* verflüssigt. Längere Zeit hoffte ich, sich ebenso verhaltende typhoïde Bacillen auch aus dem *Brauchwasser* erziehen zu können; allein immer trat nach einiger Zeit Verflüssigung der Gallerte ein. Wieder wurde es versucht, der Boden des gelatinehaltigen Probgläschens mit Hülfe des Diamanten abgeschnitten, das Saatgut mit geglühter Platinnadel von unten herausgeholt u. s. f., Alles umsonst! Das aber hat sich bei diesen zeitraubenden Versuchen rasch herausgestellt, dass der Unterzeichnete, als er vor einem Jahre die schweizerische Naturforscher-Versammlung mit einem Vortrage über die Spaltpilze eröffnete, die Verdienste des Herrn Geh. Regierungsrath Dr. Koch um die Bacterienforschung, insbesondere die Kulturverfahren, entschieden unterschätzt hat.

7.

Vergleiche Anmerkung 6.

8.

Nicht einmal Gaffky bei der der Lösung dieses Problems doch gewiss sehr günstigen Wittenberger Epidemie.

9.

Die Sporenbildung des Typhusbacillus z. B. wird auf drei verschiedene Arten beschrieben. Ueber andere wichtige Fragen wissen wir gar nichts.

10.

Zahlreiche (60) von Gaffky an neun verschiedenen Thierspezies (5 Affen, 16 Kaninchen, 13 Meerschweinchen, an Ratten, Mäusen, einem Kalb etc.), meist mit sporenhaltigen Kulturen vorgenommene Infektionsversuche (das Material wurde theils verfüttert, theils subkutan in die Bauchhöhle oder die Blutbahn injizirt) gaben nur *negative* Resultate. Bei den verschwindend wenigen Thieren, welche nach der Impfung eingingen, waren keine Veränderungen, welche mit jenen in unzweifelhaftem Zusammenhang gestanden hätten, namentlich nie Bacillen nachweisbar. Dasselbe gilt von dem Kalb, welches später zum Zweck der Untersuchung getödtet wurde. *Analoge Resultate* haben auch die *meisten* der Forscher erhalten, die schon vor Gaffky Infektionsversuche mit Typhusdejektionen in Ausführung gebracht hatten, indem sie dieselben an die Thiere theils verfütterten, theils verimpften.

Die Fälle aber, wo positive Erfolge erzielt worden sein wollen, scheinen mir nicht ganz vorwurfsfrei. Sämmtliche Forscher sind darüber einig, dass der Typhus eine Darmkrankheit sei und die Infektion normal vom Darm ausgehe. Von diesem Gesichtspunkte aus halte ich dafür: alle die Versuche, die eine Infektion durch *Injektion* in die Bauchhöhle erzielten, seien schon von vornherein angreifbar. Jede derartige Verwundung, zumal bei kleinen Thieren, ist ein Eingriff, der an sich schon eine Wirkung ausüben muss, Fieber und Milzanschwellung begünstigt. Dazu kommt, dass dem kultivirten Pilz stets grössere oder kleinere Quantitäten in Zersetzung begriffener Nährsubstanz beigemengt waren. In erhöhtem Maasse gilt dieser Einwand für die Fälle, wo Dejektionen injizirt wurden Konnte da nicht putride Infektion Platz greifen? *Verfütterung* sporenhaltiger Kulturen, ja sogar von Dejektionen, waren nun aber *fast immer wirkungslos.* Ein Schwein wurde dabei fett und dick. Gaffky's Java-Affen reagirten nicht im geringsten, sondern starben später an allgemeiner Tuberkulose u. s. w. Bei verschiedenen Epidemien, bei welchen die Menschen durch den Genuss von Wasser am Typhus erkrankten, blieben die Hausthiere (Pferde, Rinder,

Schafe u. s. w.), obwohl sie das nämliche Wasser massenhaft verschlangen, gesund. Für die Epidemie in Lausen, 1872, wird dies besonders hervorgehoben, es gilt gewiss auch für die diesjährige Typhus-Epidemie in Zürich und Umgebung. Nur Birch-Hirschfeld habe bei Verfütterung grosser Mengen von Dejektionen an Kaninchen positive Resultate erzielt, doch soll sich derselbe sehr vorsichtig darüber aussprechen und stehen seinen Experimenten analoge mit negativem Erfolg gegenüber.

Ob nicht günstigere Resultate erhältlich wären, wenn das Infektionsverfahren in etwas modifizirt würde? Man weiss, dass die Spaltpilze im Allgemeinen neutrale oder schwach basische Nährlösungen vorziehen. Ist es nun nicht denkbar, dass die Versuchsthiere bei Verfütterungsversuchen sich bisher nur darum für den Abdominaltyphus so unempfänglich gezeigt haben, weil die verfütterten Bacillen im Magen zu sehr abgeschwächt wurden, und wäre es nicht der Mühe werth, bei neuen Versuchen diesem Uebelstand entweder durch Neutralisation des Magensaftes, oder durch direkte Einbringung der Bacillen in den Dünndarm zu begegnen? Meine Angehörigen und ich haben in der entgegengesetzten Absicht noch nie so viel Salat gegessen und ordinären, also weinsäurehaltigen Landwein getrunken, wie während der letzten Typhusepidemie, und ein hervorragender Bakteriologe hat mir, als ich ihm davon Mittheilung machte, als Schutzmittel gegen den Typhus periodisches Trinken von mit Citronensäure bereiteter Limonade empfohlen, da Citronensäure noch wirksamer gegen Spaltpilze sei als Weinsäure und besonders Essigsäure.

11.

Sofern in den Ausgemeinden, wo im Gegensatz zur Stadt lange nicht alle Häuser mit Brauchwasser versorgt sind, weit mehr Erkrankungen auf Brauchwasserhäuser, als auf Häuser mit Quellwasser fallen, und eine Aenderung des Hauptresultates kaum zu befürchten sein dürfte, auch wenn im Gang begriffene weitere Nachforschungen herausstellen sollten, dass die bisher gewonnenen Prozentzahlen etwas zu gross sind, weil die durchschnittlich beträchtlichere Grösse und stärkere Bevölkerung der Brauchwasserhäuser früher nicht berücksichtigt worden war.

12.

Den Typhusbacillen auch nur ähnliche Bacillen habe ich aus Bellevue-Schlamm bei meinen zwar nicht lange fortgesetzten Versuchen nicht erhalten, doch ist dies natürlich nicht absolut beweisend. Das Untersuchungsmaterial konnte zufällig von einer ungünstigen Stelle stammen.

13.

Reparatur der Röhrenleitung und Beseitigung der letzten Kloakenausläufe im obern Theil des Limmatbettes, Errichtung von Fosses mobiles in den Gebäuden am untern und obern Mühlesteg etc.

14.

Wirksamkeit von Hausfiltern. Ob Seefilter oder Trockenlandfilter. Erwerbung weiterer Quellen etc.

15.

Ich entnehme meinem provisorischen Bericht vom Juli folgende Stellen betreffend die Verunreinigungen unseres Brauchwassers überhaupt:

Untersucht wurde Sand und Schlamm von der Oberfläche des Filters in der Limmat und aus dem untern und mittlern Reservoir, Wasser aus dem Pumpwerk bei Anwendung von zwei bis fünf Systemen, Wasser aus verschiedenen Häusern und zwar aus dem Brodkorb (Barbierstube, Ladenlokal nebenan und Kellerleitung), ferner aus Nr. 6 Schmidgasse (Hausflur), Nr. 2 Marktgasse (Küche 1. Etage), Nr. 9 Baldernstrasse (Keller), Nr. 62 Stockerstrasse (Küche), Nr. 23 Tödistrasse (Keller); weiterhin Wasser aus dem pflanzenphysiologischen Institut des Polytechnikums (vom mittlern Reservoir), destillirtes Wasser, Quellwasser vom Kronenthor.

Die Schlammproben enthielten ohne Ausnahme zu oberst viel Detritus mit enormen Mengen von *Coccen*, resp. Sporen von Spaltpilzen. Die Zahl dieser im oberflächlichen Schlamm des untern Reservoirs (dessen Menge auf 1—4 m^3 gerechnet) darf auf zirka 8000 bis 32,000 Billionen geschätzt werden, ein Kubikmillimeter und weniger genügte, um in ein- bis zweimal 24 Stunden die üppigsten Bakterienkulturen zu erzielen. Im mittlern Reservoir waren ohne Zweifel viel weniger, im Filterschlamm dagegen weit mehr vorhanden. Ueberall kamen zahlreiche Diatomaceen vor. Gewisse Formen fehlten nirgends, Zahl und Formenreichthum war am grössten auf der Filteroberfläche, am kleinsten im mittlern Reservoir. Dort fanden sich auch die meisten lebenden Formen, so dass der alkoholische Auszug durch das Chlorophyll derselben sich grün färbte, und im Spectroskop betrachtet, wenigstens rothe, blaue und violette Lichtstrahlen auslöschte. Auch einige andere Algen, nur wenige rein grüne, wurden gesehen, hie und da ein Mycelflöckchen, natürlich auch Baumwoll-, Bast- und Wollfasern, gefärbt und ungefärbt. Im Schlamm des Filters und des mittlern Reservoirs kamen ziemlich viele Wurzelfasern vor, hier ferner Holz- und Kohlensplitterchen, im untern Reservoir und auf dem Filter kleine Fettmassen. Ueberall beobachtete ich allerhand kleine, theils lebende, theils todte Thierchen (Infusorien, Räderthiere, Kruster, Wasserälchen), im Reservoirschlamm jedoch weder sehr häufig noch reichlich. Sowohl im mittlern als untern Reservoir fand ich eine Clepsine (eine bis 1 *cm* lange Hirudinee (Blutegel), einige Schnecken (Helix), dann, wie ich glaube,

zahlreiche ovale und wurstförmige Faeces kleiner Wasserthierchen. Der Schlamm des mittlern Reservoirs erschien durchweg sehr fein und braun gefärbt, derjenige des untern Reservoirs zu oberst ebenfalls. Die braune Farbe beruhte zum Theil auf dem Vorkommen von Eisenrost. Sehr kleine Mengen (zirka 1 *mm*^{3}) mit Salpetersäure erwärmt, dann mit Blutlaugensalz behandelt, gaben eine unverkennbare Eisenreaktion, und eine Messerspitze voll, ebenso behandelt, einen starken Niederschlag von Berlinerblau. Nach der chemischen Untersuchung von Herrn Bertschinger enthält der Schlamm 1,86 bis 2,70 % Eisenoxyd.

In den tiefern Schichten des Schlammes des untern Reservoirs kamen Sandkörner von bis 3 *mm* Durchmesser, einzelne Muschelschalen von bis 8 *mm* (Pisidium, Cyclas) und unzählige Fragmente von solchen vor. Eine im Platintigel getrocknete Portion feinen Schlammes aus dem untern Reservoir erschien hellbraun und schwärzte sich bei stärkerer Erhitzung in Folge Verkohlung der organischen Beimengungen nur ganz wenig. Eine grössere Probe, in einer verschlossenen Flasche einen Monat lang stehen gelassen, liess keine Spur von Schwefelwasserstoffgeruch wahrnehmen.

Nach Herrn Bertschinger enthält der Schlamm:

	Organ. Subst.	Mineral. Subst.	Wasser	In Wasser lösliche organ. Subst.	In Wasser lösliche mineral. Subst.	In Wasser lösliche org. + min. Subst.
des Filters	%	%	%	%	%	%
a) an der Oberfläche	2,37	73,46	24,17	0,075	0,078	0,153
b) in 25 *cm* Tiefe...	0,28	77,16	22,56	0,047	0,063	0,110
aus dem untern Reservoir						
a) an der Oberfläche	1,20	39,66	59,14	0,035	0,053	0,088
b) tiefere Schicht...	0,40	37,62	61,98	0,043	0,058	0,101

Die am 25. Mai bei *schwachem Pumpen* (2 Systeme) durch Filtration von 11 Liter Wasser mittelst Glaswolle (Druckhöhe 25 *cm*) gewonnenen Rückstände waren sehr spärlich. Sie enthielten nur wenig Detritus mit Coccen, resp. Sporen von Spaltpilzen, keine Stäbchen, verschiedene Diatomaceen (Vertreter von 8 Gattungen) etc., einige Exemplare von Dinobryon Sertularia (Flagellate). Die unorganischen Partikelchen hatten einen Durchmesser von bloss 0,12 *mm*.

Der am gleichen Tag bei *starkem Pumpen* (5 Systeme) erhaltene Filtrationsrückstand von bloss 7 Liter war um ein weniges reichlicher und enthielt etwas mehr Detritus mit Coccen, resp. Sporen von Spaltpilzen, diverse Diatomaceen (10 Gattungen), einen Oscillariafaden, 1 Pollenkorn, Dinobryon Sertularia, Ceratium cornutum Infus.), ein Räderthier. In den mineralischen Beimengungen war Kalk und Eisen nachweisbar.

In dem bei dieser Gelegenheit dem 5 *cm* dicken Wasserstrahl während 45 Minuten untergehaltenen Beutelsieb, fanden sich zahlreiche vorwiegend litorale (der Limmat entstammende) Thierchen, Holz- und Kohlensplitterchen, ferner Sandkörner und Muschelfragmente von jedoch bloss 0,05 bis 0,6, resp. 0,5 bis 0,8 *mm* Durchmesser.

Wasser aus dem Brodkorb.

In den Wasserproben aus dem, wie amtlich konstatirt worden, oben offenen und seit zwei Jahren nicht mehr gereinigten Privatreservoir des Herrn Fleischmann, schwammen einige bis 6 *mm* grosse weisse Flocken herum. Dieselben zeigten eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Stets fanden sich darin Detritus mit häutig verbundenen Coccen und Sporen von Spaltpilzen, wie sie sich auf stehendem Wasser häufig bilden, bisweilen auch ruhende Bakterien, lebhaft bewegte Spirillen. Cladothrixräschen (Spaltpilz, der mit Typhus nichts zu schaffen hat), Pilzmycelium und Sporen, Fett, vegetabilische und thierische Haare, Diatomaceen, Infusorien, Räderthiere, Wasserälchen, Wassermilben.

Das aus dem Wasser des Reservoirs herausgehobene und umgebogene bleierne Zuleitungsrohr gab ein flockenloses, überhaupt reines Wasser. Die erste Flasche machte beim Stehen über Nacht noch etwas Absatz mit spärlichen Coccen und Spaltpilzsporen u. s. w., die zweite und dritte dagegen so wenig, dass es kaum für die Untersuchung genügte.

Das der Leitung im benachbarten Laden entnommene Wasser verhielt sich wesentlich wie das aus dem Leitungsrohr in der Barbierstube.

Von drei Wasserproben, die der vorher Monate lang nie geöffneten Kellerleitung im Brodkorb entnommen worden waren, zeigte die erste eine starke Trübung und machte über Nacht reichlichen Bodensatz. Dasselbe that die zweite, doch in geringerem Grad, noch weniger gab die dritte Flasche. Der Absatz aller drei Flaschen war braun, wie der feine Schlamm der Reservoire und die sogenannte Gülle, die bei der am 18. Mai vorgenommenen Spühlung des Röhren-Netzes den Hydranten entströmte und, wie die Untersuchung lehrte, reich an Eisen (vergl. weiter oben).

Hienach ist die Ursache der stärkeren Verunreinigung des Wassers im Privatreservoir des Herrn Fleischmann, die ich übrigens, wohl im Zusammenhang mit einer inzwischen vorgenommenen Reinigung des Reservoirs, keineswegs so haarsträubend fand, wie von anderer Seite angegeben worden ist, zu suchen in dem mangelhaften Verschluss und der Unterlassung der Reinigung des Reservoirs, die Ursache des Absatzes in der Kellerleitung aber in der in Folge Nichtgebrauches unterbliebenen Spühlung.

Die fünf Wasserproben aus der Schmidgasse bis und mit Tödistrasse etc. (s. oben)

konnten leider wegen Ueberhäufung mit Arbeit erst nach längerem Stehen derselben in Untersuchung gezogen werden. In sämmtlichen zehn, natürlich gut verschlossenen Flaschen, hatte sich etwas, doch nur sehr wenig, Absatz gebildet. Derselbe bestand ausnahmslos aus Detritus mit Coccen und Sporen von Spaltpilzen. In dem Wasser aus der Marktgasse und Stockerstrasse waren auch unbewegliche Stäbchen sichtbar. Ueberall fanden sich ferner Diatomaceen, da und dort eine Baumwoll- oder Bastfaser, ein Wollhaar, ein Infusorium. Der Absatz des Wassers aus der Stocker- und Tödistrasse war braun und enthielt Eisen; auch in dem hellen Bodensatz des Wassers aus der Baldernstrasse war Eisen nachweisbar. Bei den übrigen Proben war die Menge des Bodensatzes zu gering, um eine Reaktion vornehmen zu können.

$4^1/_2$ m^3 Wasser, die vom 19. auf den 20. Juni im botanischen Institut des Polytechnikums, welches vom mittleren Reservoir versorgt wird, durch ein in einen reinen Glascylinder getauchtes Beutelsieb filtrirt wurden, hinterliessen einige Kubikmillimeter feste Substanz. Darin fanden sich ausser verschiedenen Diatomaceen einige nur in ruhendem Wasser lebende (also wohl dem See entstammende) grüne Algen, so namentlich Zygnemafäden und eine reiche Kollektion fast ausschliesslich pelagischer Thierchen (Anura longispina, Ceratium cornutum, Dinobryon sertularia, pelagische Cyclops, Daphnia, Nauplius u. s. w.). Ausserdem kam darin vor: Detritus mit Spaltpilz-Coccen oder Sporen, auch eine Anzahl wohl ausgebildeter Stäbchen, endlich Pilzflöckchen, kleine Holzfragmente, diverse vegetabilische Haare u. drgl.

Ein ähnlicher, während der Nacht vom 28. auf den 29. Juni in meiner Wohnung (Adlerburg 2. Etage) angestellter Versuch (das Wasser floss die ganze Nacht hindurch) gab ein negatives Resultat, das Garn enthielt sozusagen nichts. Dagegen gewann ich während der am 1. Juli vorgenommenen Spühlung des Röhrennetzes im Lauf von zwei Stunden in meiner Wohnung zirka $^1/_4$ Fingerhut voll hellbraunen Absatz, der Detritus mit wenig Coccen etc. enthielt, übrigens noch nicht genauer untersucht werden konnte.

Platten- und Kolbenversuche zur Bestimmung der Zahl entwicklungsfähiger Pilzkeime (vorwiegend Spaltpilze) pro 1 cm^3.

Um eine etwas genauere Vorstellung von dem Gehalt des laufenden Brauchwassers an entwicklungsfähigen Spalt- und Schimmelpilzen zu erhalten, wurde eine Anzahl von Versuchen nach Art der auf Veranlassung des Magistrates zu Berlin im kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführten (mit auf sterilisirten Glasplatten ausgebreiteter Nährgelatine, der bestimmte Mengen des zu untersuchenden Wassers zugesetzt wurden), angestellt. Bei andern Versuchen, zum gleichen Zweck, kamen sterilisirte Glaskolben zur Verwendung. In diesem Falle wurde die mit einem gewissen Quantum Leitungswasser versetzte sterilisirte Nährgelatine auf der Innen- resp. Bodenfläche des Kolbens ausgebreitet und dieser dann mit sterilisirtem Baumwollpfropf verschlossen. Vergleichshalber machte ich auch einige Versuche mit destillirtem Wasser, welches übrigens in einer zwar mit Glasstöpsel versehenen, aber längere Zeit nicht gereinigten, grossen Flasche gestanden hatte und daher nichts weniger als rein war, ferner mit in sorgfältigst sterilisirten Kölbchen gefasstem Quellwasser (Brunnen beim Kronenthor). Zur Anstellung ähnlicher Versuche mit anderm Quellwasser, unfiltrirtem See- und Limmatwasser, gebrach es leider bis jetzt durchaus an der nöthigen Zeit. Da sich bei den ersten Plattenversuchen in Folge einer übel angebrachten Vorsichtsmassregel Fehler eingeschlichen hatten, führe ich im Nachfolgenden nur die Resultate solcher älterer und neuerer Versuche an, bei welchen jene Fehlerquelle ausgeschlossen blieb. Wenig zahlreich, wie diese Versuche sind, *können* sie nur als vorläufige Orientirungsversuche gelten, auch sagen sie natürlich über die physiologische Bedeutung der einzelnen Pilze nichts aus. Das Ergebniss der Untersuchung des *Brauchwassers* darf, wenn es auch eine grössere Zahl von Pilzen aufweist als die frühern, hier nicht berücksichtigten Versuche, doch als ein *recht günstiges* bezeichnet werden.

Es enthielt entwicklungsfähige Pilze, vorwiegend Spaltpilze, pro 1 cm^3.

Brauchwasser:

Bei einem Kolbenversuch vom 14.—16. Juni	14
„ „ „ „ „ „	106
„ „ Plattenversuch vom 22.—24. August ...	80
„ „ „ „ „ „	140
„ „ Kolbenversuch vom 2.—6. September ...	200
„ „ „ „ „ „ ...	300
„ „ „ „ 10.—15. „ ...	224
„ „ „ „ „ „ ...	70
„ „ „ „ „ „ ...	425
zusammen	1559
Im Mittel aus 9 Versuchen	173

Quellwasser vom Kronenthor:

Bei einem Kolbenversuch vom 14.—19. Juni 106

Destillirtes Wasser:

Bei einem Kolbenversuch 16,104

Bei einem zweiten Kolbenversuch ungefähr ebensoviel.

Nach den im kaiserlichen Gesundheitsamt zu Berlin ausgeführten Untersuchungen enthielt pro 1 Kubikcentimeter

	Pilzkeime	
Wasser der Wuhle beim Austritt aus den Rieselterrains	830,000	
Spree oberhalb der Wuhle...	210,000	NB.
„ „ „ Panke	940,000	
„ bei Charlottenburg	10,180,000	
Tegeler-See (f. d. Berliner Wasserversorgung verwendet)	3,740	
Stralauer Wasserwerke vor der Filtration	125,000	
„ „ nach „ „	120	
Wasserleitung des Gesundheitsamtes (Tegelerseeleitung)	160 bis 250	
Brunnenwasser aus verschiedenen Brunnen Berlins	40 bis 160 bis 4000 bis 12,000	
Destillirtes Wasser	4 bis 6	
Hiesiges, allerdings unreines, destillirtes Wasser also	16,104	
Quellwasser vom Kronenthor	106	
Schaumwasser aus dem Wäggithal ... (Näheres in meinem Spezialgutachten über das Wäggithalwasser.)	300,000	
Unser Züricher Leitungswasser aber im Mittel aus 9 Versuchen bloss	173	

Dabei wolle man beachten:

1. Dass die Luft in jedem Liter einige, bei trockenem Wetter und stärkerer Bewegung, wobei der Strassenstaub aufgewirbelt wird, jedenfalls sehr viele entwicklungsfähige Pilzkeime enthält;
2. dass die in unserem Brauchwasser pro 1 cm^3 enthaltenen 173 Spaltpilze (als Bacillen von mittlerer Grösse gedacht) nur etwa den $\frac{1}{6,000,000,000}$ Theil von 1 cm^3 oder den $\frac{1}{6,000,000}$ Theil von 1 mm^3, d. h. zirka einem Stecknadelknopf ausmachen;
3. dass mit Vollendung der Quaiarbeiten zahlreiche ausserordentliche Verunreinigungen des Brauchwassers wegfallen werden.

16.

Es enthielt das Zürcher Brauchwasser nach den Untersuchungen von Herrn Stadtchemiker Bertschinger im August dieses Jahres pro Liter:

Feste Substanz bei 100° C.	162 *mgr*
Glührückstände (nach Behandlung mit Ammonium-Carbonat)	146 „
Organische Substanz (Kaliumpermanganat in saurer Lösung)	22,8 „
Freies Ammoniak	Spuren
Albuminoïdes Ammoniak	0,03
Salpetrige Säure (Toluylen-diamin) ...	keine
Salpetersäure (Brucin)...	kaum Spuren
Chloride	ganz wenig
Sulphate	ganz wenig
Alkalinität (in französischen Härtegraden)	12,2

17.

Winterthur, Lausen, Solothurn, St. Gallen, Wittenberg, Buchs, Kt. St. Gallen, Neuenburg, Thalweil, Olten.

18.

Streng genommen sind ihrer zwei: Zürich- und Wallenseebecken.

19.

Während des Druckes dieser Zeilen fertig gewordene neue Untersuchungen, über die ich der zuständigen Behörde demnächst einlässlich zu referiren gedenke, werden den Beweis leisten, dass die oben zum zweiten Mal gemachte Bemerkung betreffend die mit Vollendung der Quaiunternehmung zu erwartende Verbesserung des Zürcherseewassers vollauf berechtigt war. Sie werden zugleich durch Zahlen zeigen, wie *ausserordentlich wenig Fäulnissorganismen schon das offene Zürichseewasser enthält.*

20.

Dahin gehört namentlich: Erstellung einer vollkommen dichten eisernen Zuleitung, Verbesserung der Filtration, Reinhaltung, resp. Aufwärtsverlegung der Fassungsstelle des Wassers, periodische Spülung der Reservoire und des Leitungsnetzes. — Auf Details einzugehen, kann nicht meine Aufgabe sein.

ZÜRICH, 29. September 1884.

Prof. Dr. C. **Cramer.**

*

4. Bericht über den Bakteriengehalt verschiedener Wasser

und einige vorläufige Versuche über Filterwirkung

von Prof. Dr. C. Cramer.

Zwei Vorwürfe sind es, die kurz nach Ausbruch der letztjährigen Typhusepidemie gegen das hiesige Brauchwasser erhoben wurden: *1. dasselbe enthalte Typhusbacillen; 2. es sei überhaupt so unrein, dass sein Genuss längst hätte verboten werden sollen.*

Hierdurch war mir meine nächste Aufgabe als städtischer Experte vorgezeichnet.

Zu was für Resultaten mich meine früheren Untersuchungen geführt haben, ist durch mein im September vorigen Jahres publizirtes und im Spezialbericht 3 wieder abgedrucktes Gutachten bekannt geworden. Seit jener Zeit habe ich mich fast nur noch mit auf den zweiten Punkt bezüglichen Fragen, vornehmlich der Ausmittelung des Gehaltes des Brauch-, See- und Limmatwassers, sowie verschiedener Quellwasser an Fäulnissorganismen, ferner mit einigen Untersuchungen betreffend die Wirkung von Filtern beschäftigt. Es erübrigt daher bloss noch, hierüber zu referiren.

I. Untersuchungen über den Gehalt verschiedener Wasser an Bakterien.

A. Methode der Untersuchung.

Wie aus meinem früheren Gutachten zu ersehen ist, habe ich mich im Wesentlichen der von Herrn Geheimrath Dr. Koch begründeten Methode, der Wasseraussaat in Nährgelatine bedient, jedoch an Stelle von Glasplatten meist möglichst flachbödige Erlenmayer'sche Kolben verwendet.

Es geschah letzteres, theils um durch Verkleinerung der über der Gelatine schwebenden Luftmenge die Gefahr der Einmischung von in der Luft enthaltenen Keimen zu vermindern, theils um das Eintrocknen der Gelatine, zumal während des Abzählens der entstandenen Kolonien zu erschweren, theils und hauptsächlich um sicher zu gehen, dass alles verwendete Wasser zur Geltung komme [1]), endlich auch um möglichst Platz zu sparen.

Zur Einbringung des Wassers in die Versuchskolben verwendete ich in $^{1}/_{100}$ cm^3 eingetheilte Pipetten von etwas mehr als 1 cm^3 Inhalt, die vor dem jedesmaligen Gebrauch in der Gasflamme sterilisirt wurden. [2])

Da einige Versuche gezeigt hatten, dass sich die Bakterien im Wasser unter Umständen ziemlich rasch senken, die Zahl der bei Platten- und Kolbenversuchen auftretenden Kolonien also von der Zeit, während welcher die in der Pipette enthaltene Wassersäule senkrecht steht, beeinflusst werden kann, [3]) pflegte ich die Pipette nur während Probeentnahme und Aussaat senkrecht, in der Zwischenzeit aber, in welcher die Gelatine im Kolben verflüssigt, wieder abgekühlt und der Baumwollpfropf auf Augenblicke heraus gezogen wurde, horizontal zu halten.

Bei bakterienarmen Wassern kamen in der Regel 0,5—0,4 cm^3, bei bakterienreichen 0,2—0,1, selten 0,05 cm^3 zur Aussaat. Von der Verdünnungsmethode habe ich bis jetzt nur selten Gebrauch gemacht.

Da vergleichende Versuche mit theils sofort, theils nach $^{1}/_{4}$ stündigem starkem Schütteln ausgesätem Wasser keinen oder doch keinen nennenswerthen Unterschied zu Gunsten eines Einflusses selbst anhaltender Erschütterung auf die Zahl der entstandenen Kolonien hatten erkennen lassen, [4]) wurde die Vermengung von Gelatine und Wasser durch kurz dauerndes Schütteln, meist jedoch blosses Hin- und Herschwenken der Kolben bewerkstelligt.

Die infizirten Versuchskolben kamen jeweilen in ein geheiztes Glashaus zu stehen. Direkte Sonnenstrahlen blieben ausgeschlossen.

Die Zahl der an diskreten Punkten der erstarrten Gelatine entstandenen Kolonien wurden manchmal direkt, mit Hülfe einer starken Loupe bestimmt und alsdann zum Zweck der sicherern Ablesung die Bodenflächen der Kolben durch Tintenstriche aussen in vier Quadranten oder auch

eine noch grössere Zahl von Feldern eingetheilt, so, wenn die Zahl der Bakterienkolonien klein war. In Fällen aber, wo letztere sehr zahlreich auftraten, bediente ich mich eines Mikroskopes, in dessen Okular ein Quadratennetz von bekannter Grösse enthalten war und berechnete zunächst den Bakteriengehalt für die Gelatineschicht im Kolben. War der Boden des Kolbens konkav, am Rand also die Gelatine mächtiger und die Zahl der Kolonien grösser, so wurde die Anzahl der letztern für Randzone und Mitte getrennt berechnet.

Die angegebene Art der Ablesung, theils mit Loupe, theils mit Mikroskop, involvirt eine Ungleichheit, die ich gerne vermieden hätte. Allein in manchen Fällen, so namentlich bei den meisten Versuchen mit Brauch- und Seewasser, auch gewissen Quellwassern, entstanden eben so wenig Kolonien, dass das Mikroskop schlechterdings nicht benutzt werden konnte; man hätte viel zu kleine Flächenstücke übersehen. Der Uebelstand wurde indessen dadurch wesentlich gemildert, dass Kolben mit spärlicher Kolonienbildung länger stehen blieben, wobei dann Kolonien, die zunächst selbst mit der Loupe kaum sichtbar waren, sich vergrösserten und deutlich erkennbar wurden. Bei bakterienreichem Wasser erwies sich mehrtägiges Zuwarten meist als unzulässig, weil die dicht gesäten Kolonien beim Wachsen zusammenflossen, aber auch als unnöthig, da die stärkere Vergrösserung des Mikroskops die Kolonien viel früher zu erkennen ermöglichte.

Gerne hätte ich bei konstanter Temperatur gearbeitet. Bei den gegenwärtigen Einrichtungen im botanischen Institut war dies unmöglich. So gross und häufig, dass die wesentlichen Resultate der Untersuchung in Frage gestellt werden könnten, sind indessen die Temperaturschwankungen jedenfalls nicht gewesen.

Ein weiterer Umstand, auf den hier aufmerksam gemacht werden muss, besteht darin, dass die Aussaaten nicht immer unmittelbar nach Fassung der Wasserproben ausgeführt werden konnten. Da diess jedoch bloss bei einigen Wassern der Fall war, die Ende Oktober und Anfangs November zur Untersuchung kamen, d. h. zu einer Jahreszeit, wo die Lufttemperatur bereits sehr gesunken war, können die Nachtheile der bisweilen verzögerten Aussaat, wenige unten hervorzuhebende Ausnahmen abgerechnet, nicht sehr erheblich gewesen sein.

Wesentlich abweichend ist die Methode, welche neulich die Herren Prof. Dr. Fol und Dunant in Genf zur Bestimmung des Bakteriengehaltes verschiedener Wasser angewendet haben. Die genannten Herren vermengten das zu untersuchende Wasser in kleinen Dosen mit sterilisirter Bouillon, vertheilten die Mischung auf sehr sinnreiche Weise in sterilisirte Ballons aus Glas und beobachteten nach einiger Zeit, ob Trübung eintrat oder nicht. Die Zahl der verschiedenen Ballons (25—40) mal die in Bruchtheilen eines cm^3 ausgedrückte Aussaatmenge (0,03—0,01—0,004 cm^3 und noch weniger) dividirt in die Zahl der getrübten Ballons gab die Zahl der Spaltpilze pro 1 cm^3.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich der Bakteriengehalt eines Wassers auf diese Weise ausmitteln lässt, doch ist die Methode sehr umständlich und zeitraubend, namentlich wenn es sich um bakterienreiches Wasser handelt, wo jedesmal die richtige Verdünnung erst ausprobirt werden muss und mehrfache Versuchsreihen nöthig sind. Etwa sich einschleichende Fehler fallen, zumal bei starken Verdünnungsgraden weit mehr in's Gewicht. [5]) Auch dauert es stets Wochen, bis der Versuch abgeschlossen werden kann.

Diess sind die wesentlichen Gründe, wesshalb ich auf die Anwendung dieser Methode verzichtete. Wenn freilich, wie die Herren Fol und Dunant in einer dieser Tage erschienenen Notiz angeben, mittelst Nährgelatine bloss 4 % der bei Verwendung von Bouillon und der Verdünnungsmethode zum Ausdruck kommenden Bakterien nachgewiesen werden könnten, hätte ich am Ende nur zu bedauern, dem Gelatineverfahren treu geblieben zu sein. Allein ich kann nicht glauben, dass obige Behauptung der beiden Genfer Gelehrten für alle Fälle zutrifft, speziell für meine Versuche darum nicht, weil die Verhältnisse bei diesen in mehrfacher Beziehung ganz anders lagen als bei dem einzigen Versuch mit Gelatine, auf dessen Ergebniss die Herren Fol und Dunant ihr ungünstiges Urtheil stützen. Meine Versuchskolben befanden sich in einem geheizten Glashaus, dessen Temperatur nicht bloss 12—15° C. betrug, sondern, die Sonntage abgerechnet, fast täglich auf 20 und mehr Grad stieg. [6]) Der Sauerstoff hatte bei der geringen Dicke der Gelatineschicht so zu sagen freien Zutritt zu den Spaltpilzkeimen, ja viel besser als bei sämmtlichen Versuchen der beiden Genfer Gelehrten. Die Ablesung geschah nicht mit unbewaffnetem Auge, sondern mit Hülfe des Mikroskopes oder doch einer starken Loupe. Endlich stimmen die von mir für das offene Wasser des Zürich- und Vierwaldstättersee's gewonnenen Zahlen mit den von den Herren Fol und Dunant für den Genfersee ausgemittelten Werthen so gut überein, dass mir auch aus diesem Grund das Gelatineverfahren nicht so verwerflich zu sein scheint. Aber selbst wenn auch meine Zahlen um ein Namhaftes zu klein wären, so behielten sie doch ihren Werth: Die Vergleichbarkeit unter sich und mit andern nach derselben Methode gewonnenen Zahlen, wie z. B. den Resultaten der auf Veranlassung des Berliner Magistrates im kais. Gesundheitsamt veranstalteten Untersuchungen verschiedener Wasser Berlins.

B. Ergebnisse meiner Untersuchungen betreffend den Bakteriengehalt verschiedener Wasser.

Mit Bezug auf das Detail (Resultate der einzelnen Versuche, Aussaatmengen) auf meine tabellarischen Originalzusammenstellungen verweisend, beschränke ich mich hier auf Hervorhebung der Hauptresultate der c. 190 auf diesen Punkt gerichteten Versuche.

1. Zürcher Brauchwasser.

Fassungsstelle	Zeit der Untersuchung	Zahl der Kolbenversuche	Gesammtzahl der Bakterien	Mittlere Zahl von Bakterien pro 1 cm^3
Botanisch. Institut (mittleres Reservoir)	Juni—Sept. 1884	9	1559	173
	November 1884	16	1409	88
	10.—15. Jan. 85	3	114	38
	7.—11. Febr. 85	4	960	240
	Total	32	4042	
Pumpwerk	10.—15. Jan. 85	4	—	137
	6.—10. Febr. 85	4	—	2782
Adlerburg Stadelhofen (unteres Reservoir) ...	Januar 1885	1	—	66000

Vorstehende Zusammenstellung lehrt, dass der Bakteriengehalt des Brauchwassers des mittlern Reservoirs vom Juni 1884 bis Februar 1885 sich innerhalb enger Grenzen bewegt hat. Da die Summe der Bakterienzahlen aller 32 bezüglichen Versuche 4042 beträgt, beziffert sich der *Gesammtmittelwerth* auf *126*. Die vom Juni 1884 bis Januar 1885 beobachtete Abnahme des Bakteriengehaltes auf 88, dann 38, dürfte mit der gleichzeitigen Temperaturerniedrigung und der dadurch bedingten Abnahme thierischen und pflanzlichen Lebens zusammenhängen; dagegen beruht die plötzliche und starke Zunahme der Bakterienzahl im Februar wohl auf ausserordentlichen Einflüssen (s. u.). Die erstaunliche Menge von Bakterien, die das Leitungswasser im Januar in der Adlerburg zeigte, erklärt sich laut brieflicher Mittheilung des Herrn Stadtingenieur aus vorschriftswidrigen Manipulationen, die um jene Zeit an einem Spülhahn in der Dufourstrasse vorgenommen worden sind, und auch die höhere Bakterienzahl, welche das Wasser des Pumpwerkes, sowie, in minderem Grad zwar, dasjenige des botanischen Institutes im Februar aufwies, kann auf vorübergehende, abnorme äussere Einflüsse zurückgeführt werden. Immerhin liegt in diesen paar hohen Zahlen eine Mahnung, für Reinhaltung des Leitungsnetzes möglichst besorgt zu sein. Dass das Wasser des mittlern Reservoirs im Januar und Februar ärmer an Bakterien war, als dasjenige im Pumpwerk (dort 38 resp. 240, hier 137 resp. 2782), harmonirt mit bereits berührten und noch mitzutheilenden Beobachtungen betreffend den Einfluss der Schwere auf die Zahl der Bakterien und scheint mir gleichfalls einiger Beachtung werth zu sein.

2. Zürichsee- und Limmatwasser.

Zeit der Untersuchung	Zahl der Versuche	Fassungsstelle: Zollikon Bendlikon	Zürichhorn Seemitte	Wollishofen bei der obern Baggermaschine	Oberhalb der Mitte der neuen Quaibrücke	Oberhalb des Schanzengraben	Ueber dem Filter	Limmat bei Wipkingen, ca. 60 *m* unterhalb der Kanalausläufe in deren Stromstrich
		Spaltpilze pro 1 cm^3						
1884 1.–5. Okt.	8 (je 2)	—	27	101.2	45	—	168[1])	—
9.–13. Okt.	1	—	—	—	—	—	—	ca. 10000
					200 *m* 80 *m* oberhalb der Quaibrücke			
5.–9. Dez.	26 (je 3, einmal 5)	oberflächl. 61	58	—	548 —	—	314[2])	—
		am Grund 57	143	—	508 346	—		
1885 21.–27. Jan.	16 (je 4)	—	65	—	74.5	74.5	30[3])	—
30. Jan. bis 4. Febr.	2	—	—	—	—	—	—	ca. 20000

[1]) Wetter vorher lange Zeit schön. Es wurde Anfangs Oktober bei Wollishofen und am rechten Widerlager der Quaibrücke gebaggert.

[2]) Am 5. Dezember, dem Tag der Fassung, und besonders am 4. Dezember See sehr aufgeregt.

[3]) Wetter vorher gut. Allein Uferauffüllungen im Gang. Zwei Baggermaschinen in Thätigkeit. Oft Schiffe der Quaiunternehmung kreuzend.

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich:

1. Dass auch der Bakteriengehalt des Zürichsee- und Limmatwassers vom Oktober 1884 bis Januar 1885 ein auffallend niedriger war, wenn man wenigstens, wie billig, das Abwasser im untern Verlauf der Limmat zunächst auf der Seite lässt; denn er beträgt in diesem Fall *das Mittel aus allen 50* diesbezüglichen Versuchen mit einer Gesammtbakterienzahl von beiläufig gesagt 8390, nur *168*, wogegen unterhalb der Kloakenausläufe in die Limmat allerdings 10,000 bis 20,000 Spaltpilze auf 1 cm^3 fallen.

2. Dass bei stürmischem Wetter, wobei der Seegrund stellenweise aufgewühlt und die zur Zeit noch nicht befestigten Ufer ausgeschwemmt werden, der Bacteriengehalt, wenn auch nicht sehr stark, steigt. Während sich dieser im Mittel aus den 24 bei ruhigem Wetter vorgenommenen Versuchen (Gesammtzahl der Bakterien 1656) auf 69 pro cm^3 beziffert, ist das Mittel aus den 26 nach anhaltendem Sturm gemachten Versuchen (Gesammtzahl der Bakterien 6734): 259.

3. Gesetzmässige Unterschiede im Bacteriengehalt von Wasser aus verschiedener Tiefe liessen die bisherigen Beobachtungen nicht erkennen, wie denn auch von andern Gesichtspunkten aus einzelne Zahlen überraschen. Dass der sicherlich vorhandene Einfluss der Schwere auf die Vertheilung der Bakterien sich auch nach stürmischem Wetter manifestiren werde, durfte man freilich kaum erwarten und so lange im Ausflussgebiet unseres Sees noch so viele abnorme Verhältnisse anderer Art betehen — von blossen Zufälligkeiten will ich absehen — werden die Schwankungen des Bakteriengehaltes überhaupt nicht so leicht weder den Charakter der Gesetzmässigkeit zeigen, noch so niedrige Grenzen aufweisen, wie das beim Genfer- und besonders Vierwaldstättersee der Fall zu sein scheint.[7]) Dass indessen auch hier Dampfschiffahrt und stürmisches Wetter die Zahl der freischwebenden Bakterien beeinflussen, darf wohl als ausser Zweifel stehend angesehen werden.

Mit Rücksicht auf das ca. 60 Meter unterhalb der Kloakenausläufe der Stadt Zürich gefasste Limmatwasser mag an dieser Stelle noch hinzugefügt werden, dass dasselbe nach 24-stündigem Stehen im geheizten Raum einen Bakteriengehalt von 500,000, alsdann *kurz aufgekocht* einen solchen *von 13* und ¼ *Stunde gekocht* einen solchen von *0* gezeigt hat. Es beziehen sich diese Mittheilungen auf die Probe vom 1. Oktober.

3. Quellwasser.

Abstammung des Wassers	No.	Zeit der Untersuchung	Zahl d. Versuche	Mittlere Zahl von Bakterien pro cm^3	Bemerkungen
Brunnenwasser von Zürich u. Umgebung	1. Brunnen b. Kronenthor...	1884 14.-19. Juni	1	106	Alle drei Wasser unmittelbar nach der Fassung ausgesät. No. 3 war ziemlich trübe.
	2. Hechtbrunnen ...	10.-15. Okt.	2	40	
	3. Soodbrunnen von Hrn. Baumann in Fluntern	1885 15.-20. Jan.	4	177	
Quellwasser aus dem Glattthal (XI)	4. Wangen hinter der Kirche... ...	1884 19.-22. Okt.	5	277	Erhalten am 18. Oktober Abends spät, über Nacht am offenen Fenster gestanden, ausgesät am 19. Morgens.
	5. Kloten, goldenes Thor		5	1165	
	6. Eichmühle		5	1499	
	7. Kloten, Brunnbach		5	670	
	8. Opfikon, Tönli...	21.-24. „	4	320	Erhalten am 20. Oktober Abends, ausgesät am 21. Abends.
	9. „ Dorf *a*		3	1616	
	10. „ „ *b*		3	2175	
Quellen aus dem Sihl- und Lorzegebiet (III)	11. Dürrenmooserried	29.-31. „ resp. 1. Nov.	4	183	gelblich; Gefasst am 28. Oktober 1884, erhalten und ausgesät am 29. Mittags.
	12. Haslauben		4	112	„
	13. Sittliwasser, südliche Quelle ...		4	234	klar
	14. Lüthartigen ...		4	8561	„
Quellen aus dem Aargau (VIII)	15. Kindhausen ...	1885 16.-20. Jan.	4	3425	
	16. Bollenhof		4	182	Gefasst am 16. Januar 1885 Mittags bei —2⁰ Lufttemperatur, sofort erhalten und ausgesät.
VII.	17. Birmensdorf ...	16.-20. „	4	31	
Quellen aus dem Sihlthal (IV)	18. Tugsteinkopf ...		4	17	
	19. Ober-Albis		4	36.5	
	20. Unter-Albis ...		4	9.5	
	21. Unter-Rengg ...		4	17.5	
Wäggithal (I)	22. Fläschlochquelle	1884 18.-25. Nov.	4	46	Gefasst und erhalten am 17. November, ausgesät am Morgen des 18.
Luzern	23. Städt. Leitung...	14.-19. Okt.	2	180	Am 14., dem Tag der Fassung, ausgesät.
		Zusammen	87	21062	

also *Gesammtmittel: 915.*

Summe der Bakterienzahlen für die 16 *bessern* Quellen: 1950,
also Mittel für diese: *122.*

Summe der Bakterienzahlen für die 7 *schlechtern* Quellen: 19112,
also Mittel für diese: *2730.*

Bei Beurtheilung vorstehender, innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankenden, für einzelne Quellen jedoch sehr niedrigen Zahlen wolle man Folgendes beachten:

1. Die den bezüglichen Untersuchungen vorausgegangenen Witterungsverhältnisse waren durchwegs für die Quellenbeschaffenheit günstige.

2. Eine nachträgliche Vermehrung der Bakterien vom Zeitpunkt der Fassung bis zur Aussaat des Wassers (vergl. den Abschnitt über die Vermehrung der Bakterien) kann nicht stattgefunden haben bei Nr. 1—4 und 16—32. Sie ist dagegen nicht ganz ausgeschlossen, indessen jedenfalls minim bei Nr. 5—8 und 23—24, von wahrscheinlich etwas grösserem Belang aber bei Nr. 9—15. Es sind daher die Ergebnisse der Quellwasser 9—11 und 12—15 nur unter sich, die der übrigen aber auch mit den Ergebnissen des Brauchwassers, See- und Limmatwassers vergleichbar.

3. Die Wäggithalquelle hat, wie vorauszusehen war, bei der im November, wo in der Höhe Stein und Bein geforen war, wiederholten Untersuchung ein sehr günstiges Resultat gegeben. Mit Rücksicht auf meine in dem frühern Gutachten über die Wäggithalquelle enthaltenen Angaben vom August ist der nächstfolgende Abschnitt (pag. 95) nachzulesen.

4. Das Leitungswasser der Stadt Luzern anbelangend, muss hervorgehoben werden, dass dasselbe im Hôtel St. Gotthard einem todten Ende entnommen wurde. Eine im Centralbureau der Wasserversorgung gefasste Probe ist leider auf dem Transport nach Zürich verunglückt.

C. Vermehrung der Bakterien in stehendem Wasser.

Wiederholt machte ich die Beobachtung, dass die Zahl der Bakterien eines Wassers beim Stehen desselben rasch ansehnlich zunimmt, das erste Mal Anfangs Oktober 1884 bei Limmatwasser aus der Gegend von Wipkingen, ca. 60 Meter unterhalb der städtischen Kloakenausläufe in der Strömungssrichtung der letztern gefasst. Bei sofortiger Untersuchung 10,000 ergebend, zeigte dasselbe nach eintägigem Stehen einen Gehalt von 500,000 Bakterien pro cm^3. Doch blieben ähnliche Beobachtungen an andern Wassern nicht aus. So wuchs z. B. die Bakterienzahl einer am 1. November 1884 gefassten Probe Brauchwasser (bot. Institut) im Lauf von 24 Stunden von 143 auf 12,500, bei einer andern, am 4. November gefassten Probe sogar von 57 auf 41,900. Die letzten vier Zahlen sind die Mittelwerthe aus den Ergebnissen je dreier Kolbenversuche, bei welchen je 0,4—0,5 cm^3 Wasser ausgesät worden waren.

Für entschiedene Schmutzwasser konnte dergleichen nicht auffallen; dagegen schien es mir (wie andern Personen) zweifelhaft, ob die Erscheinung bei unserm Brauchwasser mit blos $\frac{2-3}{100,000}$ organischer Beimengungen auf den Verbrauch der im Wasser enthaltenen organischen Substanz zurückzuführen sei. Denn, abgesehen davon, dass diese geringen Beimengungen organischer Substanz doch kaum als lauter Nährsubstanz betrachtet werden können, glaubte ich zur Erklärung einer Vermehrung wie die angegebene, den wenigen ursprünglich vorhandenen Bakterien eine viel zu grosse Wirkungssphäre zuschreiben zu müssen. Auch liessen sich ja noch andere Ursachen der Vergrösserung der Bakterienzahl denken: Die ursprünglich vorhandenen Bakterien konnten sich, innerhalb gewisser Grenzen, wenigstens auf Kosten der in ihnen enthaltenen Reservenährstoffe, d. h. ohne wesentliche Massenzunahme, sondern umgekehrt eher unter Substanzverbrauch vermehrt haben. Es war ferner denkbar, dass die Bakterien anfangs durch im Wasser suspendirte Fragmente pflanzlichen und thierischen Ursprungs heerdenweise vereinigt vorkamen und sich beim Stehen in Folge der von ihnen ausgehenden lösenden Einwirkungen auf das Substrat von einander trennten, somit später vereinzelt zur Aussaat gelangten und desshalb zahlreichere Kolonien lieferten, während sie bei sofortiger Aussaat zu Gruppen von hunderten, ja vielleicht tausenden zusammengedrängt natürlich nur wenigen Kolonien die Entstehung geben konnten, womit zugleich die mehrfach gemachte Beobachtung, dass bei verzögerter Aussaat fast lauter kleine, bei sofortiger aber relativ viele sich rasch vergrössernde Kolonien entstanden, gut stimmte. Endlich lag es a priori auch im Bereich der Möglichkeit, dass Bakterien oder Nährstoffe für solche erst nachträglich, in Folge irgend eines Versehens in das Wasser gelangt waren. Zur Entscheidung der Hauptfrage standen verschiedene Wege offen. Ich wählte die experimentelle Prüfung unter Verwendung: einmal getrennt lebender Bakterien, ferner künstlicher Nährlösungen von bestimmter Konzentration, indem ich zugleich die Schwankungen der Zahl der Bakterien in längere Zeit stehendem Brauchwasser festzustellen, sowie allfällige Fehlerquellen näher kennen zu lernen suchte.

I. Zu- und Abnahme der Bakterienzahl in stehendem Brauchwasser.

In einem mit Baumwollpfropf versehenen, durch Erhitzen auf 160° C. während einer Stunde sterilisirten Kolben, wurde am 1. November 1884, im botan. Institut eine Probe Brauchwasser gefasst und davon von Zeit zu Zeit eine Serie von je drei Aussaaten gemacht. Die Resultate der ganzen Versuchsreihe sind folgender Tabelle zu entnehmen.

Nummer der Aussaat	Zeit der Aussaat und Versuchsdauer	Aussaat-Menge	Bakterienzahl pro cm^3		Mittlerer Bakterien-Gehalt	Vermehrung	Bemerkungen
	1884	cm^3					Bei den Versuchen I-V u. VIB wurde der Kolben mit dem Brauchwasser vor jeder Aussaat geschüttelt.
I	1. Nov. 1/2 4 h	0,5	148	zusammen			
	bis	0,4	135	438	143		
	4. Nov.	0,4	145				
II	2. Nov. 1/2 3 h	0,5	13514				Die Versuche VI, AB anlangend ist zu bemerken, dass, nachdem der Kolben mit dem Brauchwasser ca. 7 Wochen lang ruhig stehen geblieben war, demselben zuerst die Proben für Versuch VI A entnommen, der Kolben vorher nicht geschüttelt und die Pipette höchstens bis zur Mitte des Wassers eingetaucht wurden, wogegen bei Entnahme der Wasserproben für Versuch VI B kräftiges Schütteln voranging.
	bis	0,4	11196	37370	12457	87fach	
	4. resp. 5. Nv.	0,4	12666				
III	4. Nov. 1/2 4 h	0,4	359544				
	bis	0,4	341010	985628	328543	2717 fach	
	5. resp. 6. Nv.	0,4	285070				
IV	8. Nov. 1/2 4 h	0,4	267192				
	bis	0,4	216924	670356	233452	—	
	11. Nov.	0,4	186240				
V	17. Nov. 10 h	0,3	17232				
	bis	0,3	17640	34872	17436	—	
	20. rsp. 21. N.	0,3	verunglückt				
VI	1885 9. Januar bis 14. resp. 13. Januar	0,1	150				Die Zählung der Kolonien geschah bei Versuch I und VI A mittelst der Loupe, bei Versuch II-V und VI B mit dem Mikroskop.
	A	0,1	180	500	170	—	
		0,1	170				
		0,1	1990				
	B	0,1	2840	7500	2500	—	
		0,1	2670				

Hienach *wächst die Zahl* der Bakterien in verschlossen stehen bleibendem Brauchwasser anfangs rasch *bis zur Erreichung eines Maximum,* um *später,* nach Aufzehrung der Nährstoffe in Folge Ablebens einzelner Bakterien allmählig *wieder abzunehmen.* Es ist übrigens wahrscheinlich, dass die nachträgliche Verminderung der Zahl der Bakterien sich in Wirklichkeit etwas langsamer vollzog, als es nach obigen Zahlenwerthen den Anschein hat; denn es ist anzunehmen, dass beim jedesmaligen Schütteln des mit dem Brauchwasser gefüllten Kolbens nicht alle noch lebenden Bakterien aufgewirbelt wurden, sondern noch viele durch Flächenanziehung an der Kolbenwand festgehalten blieben.

Aus der Vergleichung der Resultate der Versuche VI A und B ergibt sich ferner wiederum, dass die *Bakterien in ruhig stehenbleibendem* Wasser *sich senken.* Wir erkennen daraus, wie aus dem Ergebniss des weiter oben berührten Pipettenversuches (s. Anm. 3), dass ein Seebecken in der That geeignet sein muss, um, wie ich schon in meinem Gutachten vom September angegeben habe, auch durch Sedimentirung eine Reinigung des Wassers zu erwirken. Zugleich folgt hieraus aber auch 1. dass bei Fassung des Wassers im See die *Fassungsstelle nicht auf dem Seegrund,* sondern etwas über demselben anzubringen ist, 2. dass, wie ich vor Wochen bei Berührung vorstehender Versuche gesprächsweise habe verlauten lassen, vielleicht auch die *Reservoirs in's Interesse der Wasserreinigung* gezogen werden können, wenn dafür gesorgt wird, dass das unten einströmende Wasser keinen zu starken Strudel erzeugt und das ausfliessende den Absatz nicht mit sich fortreisst. In ähnlichem Sinne haben sich neulich auch die Herren Prof. Fol und Dunant ausgesprochen.

2. Allfällige Täuschungsursachen.

a) Bleiben dem zum Verschluss der Wasserkolben verwendeten Baumwollpfropf etwa anhaftende oder eingelagerte Bakterien bei dem üblichen Sterilisationsverfahren vielleicht am Leben und kann, wenn das Wasser beim Schütteln der Kolben mit dem Pfropf in Berührung kommt, die Zahl der entwicklungsfähigen Spaltpilze auf diese Weise vermehrt werden oder nicht?

Zur Erledigung vorstehender Frage wurden am 24. Oktober 1884 folgende Versuche angestellt:

α) Ein sterilisirter Erlenmayer wurde mit etwas Nährgelatine und circa 1 cm^3 unmittelbar vorher in sterilisirten Apparaten dargestelltem destillirten Wasser beschickt.

β) Ein Wattepfropf wurde mit Bakterienflüssigkeit gründlich beschmiert, an der Luft getrocknet, hierauf eine Stunde lang auf 160° C. erhitzt, zuletzt in einer kleinen Menge wie oben dargestellten destillirten Wassers abgespült. Darauf wurde ein zweiter sterilisirter Erlenmayer mit etwas Nährgelatine und circa 1 cm^3 von diesem Spülwasser beschickt, zuletzt mit dem durchnässten Wattepfropf verschlossen. Obwohl die beiden Kolben nachher sechs Tage lang in dem extra geheizten Glashaus meines Laboratoriums stehen blieben, liess sich doch in keinem derselben weder mit der Loupe noch mit dem Mikroskop die Entwicklung von Bakterienkolonien konstatiren. Es war also nicht nur das angewendete destillirte Wasser durchaus bakterienfrei, sondern auch die Sterilisation des mit Bakterien beschmutzten Wattepfropfes eine vollständige und kann die *Vermehrung* der Bakterien in stehendem Brauchwasser *nicht* auf *mangelhafte Sterilisation* zurückgeführt werden.

b) Lässt sich annehmen, dass durch Baumwollfasern, welche sich etwa vom Wattepfropf ablösen und in das eingeschlossene Wasser hinabfallen, die Menge der darin enthaltenen Nährstoffe vergrössert und die Vermehrung der Spaltpilze begünstigt werden kann?

Mit Rücksicht auf diese Frage wurden am 15. November 1884 zwei Proben Brauchwasser, die eine in einem Kolben mit Wattepfropf, der vor der Sterilisation in Wasser und absolutem Alkohol sorgfältigst gewaschen worden war, die andere in einem Fläschchen mit eingeriebenem Stöpsel gefasst — die Gefässe waren natürlich vorher sterilisirt worden — und von beiden Wasserproben sofort, sowie nach Verfluss von drei Tagen je zwei Aussaaten vorgenommen. Die Aussaatmenge betrug am 15. je 0,5, am 18. je 0,4 cm^3. Es ergaben die Versuche vom 15. (abgeschlossen am 22. November) für den Kolben mit Wattepfropf 58 resp. 82, zusammen 140, im Mittel 70 Bakterien pro 1 cm^3. Die entsprechenden Aussaaten aus dem Fläschchen mit Glasstöpsel blieben in Folge eines Unfalles leider resultatlos. Es ergaben die Versuche vom 18. (abgeschlossen am 21. November)

für die Kolben mit Wattepfropf { 99012 / 91014 } zusammen 190026, im Mittel 95013.

für das Fläschchen mit Glasstöpsel { 20514 / 21054 } zusammen 41568, im Mittel 20784.

Aehnliche Resultate erhielt ich, zwar nicht bei allen, aber doch noch bei mehreren analogen Versuchen. Es erscheint somit die *Möglichkeit einer Begünstigung der Bakterienvermehrung durch Baumwollfasern keineswegs als ausgeschlossen,* übrigens Angesichts der Thatsache, dass Baumwollfasern stets Spuren stickstoffhaltiger Stoffe im Innern führen, auch nicht unfassbar[8].)

Da indessen, wie bereits angedeutet, hierauf gerichtete Versuche nicht immer gleichsinnige Resultate gegeben haben und die stärkere Vermehrung bei Watteverschluss auch dadurch veranlasst werden konnte, dass die betreffenden durch Watte abgeschlossenen Wasserproben zufällig von

Anfang an etwas mehr Nährstoffe, z. B. mehr oder grössere suspendirte Fragmente von Organismen etc. enthielten, scheinen mir zur definitiven Erledigung dieses Gegenstandes neue vergleichende Versuche mit reinem Wasser oder sehr verdünnten künstlichen Nährlösungen unter absichtlicher Vermengung je der einen Probe mit sterilisirter Baumwolle erforderlich. Immerhin dürfte bei künftigen Versuchen betreffend Vermehrung vorläufig zartwandigen Fläschchen mit Glasverschluss und zwar doppeltem, wie bei Kaliflaschen, der Vorzug zu geben sein.

3. Versuche über die Vermehrung von Bakterien in sehr verdünnten, künstlichen Nährlösungen.

Um über die Hauptfrage, die Möglichkeit einer mehr oder weniger ausgiebigen Vermehrung der Spaltpilze in sehr verdünnten Nährlösungen Klarheit zu gewinnen, empfahl es sich offenbar, Bakteriengruppen, wie sie im Brauchwasser zweifellos vorkommen, vom Versuche auszuschliessen, d. h. von isolirt lebenden Spaltpilzen auszugehen. Zum Zweck der Gewinnung geeigneter Nährlösungen von bestimmter Konzentration war ausserdem unerlässlich, vorerst möglichst reines und bakterienfreies Wasser darzustellen. Zu diesem Behuf liess ich mir einen Apparat machen, der leicht auseinander zu nehmen und Stück für Stück sterilisirbar war. Die verschiedenen Vorsichtsmassregeln, die bei der Wiederzusammensetzung des Apparates beobachtet wurden, übergehend, erwähne ich nur, dass das mit demselben dargestellte destillirte Wasser den an letzteres gestellten Anforderungen bei wiederholten Kolbenversuchen durchaus entsprochen hat: nie haben sich in der mit solchem Wasser vermengten Gelatine Bakterienkolonien gebildet, so namentlich auch nicht, als das für die unten zu erwähnenden Versuche verwendete Wasser der Prüfung unterworfen wurde (16. Dezember 1884—11. Januar 1885).

Im weitern wurden vier mit eingeriebenen Glasstöpseln versehene Fläschchen A B C D zunächst sorgfältigst mittelst Wasser, absolutem Alkohol, Kalilauge, Salzsäure, bakterienfreiem Wasser gereinigt, hernach sterilisirt und tarirt.

In das Fläschchen A kamen ca. 200 *gr* frisch destillirtes, bakterienfreies Wasser und eine Anzahl isolirt lebender Bakterien (16. Dez. s. u.). Die Fläschchen B C D aber wurden zur Darstellung von Nährlösung verschiedener Konzentration und zwar mit $^3/_{100000}$, $^1/_{100000}$ und $^1/_{1000000}$ organischer Substanz verwendet. Diese Lösungen wurden folgendermassen gewonnen. Nachdem sich herausgestellt hatte, dass

10 *gr* Nährgelatine nach 3tägigem Verweilen im Trockenapparat (Temp. 100° C.) wogen 0,801
10 *gr* Nährgelatine nach 10tägigem Verweilen im Trockenapparat (Temp. 100° C.) wogen 0,780
10 *gr* Nährgelatine nach dem Glühen wogen ... 0,074
somit enthielten: organische Substanz 0,706
und Aschenbestandtheile 0,074
dass ferner 10 cm^3 derselben Nährgelatine ein Gewicht haben von 10,271
somit enthalten: organische Substanz 0,725
und 0,1 cm^3 Nährgelatine: organische Substanz 0,00725

wurden vorerst am 16. Dezember in Fläschchen B $\frac{724,9}{3}$ = 241,6 *gr* destillirtes, bakterienfreies Wasser abgewogen, dann einem Probegläschen mit geschmolzener Nährgelatine mittelst erwärmter Pipette 1 cm^3 Gelatine enthoben, davon 0,1 in das Wasser von Fläschchen B gebracht und dieses tüchtig geschüttelt. Gab eine Lösung von $^3/_{100000}$ organische Substanz.

Von dieser Mischung wurden darauf in das grössere Fläschchen C 100 *gr* und dazu weitere 200 *gr* bakterienfreies Wasser gebracht. Gab, tüchtig geschüttelt, eine Mischung von $^1/_{100000}$.

10 *gr* dieses neuen Gemisches in Fläschchen D mit 90 *gr* bakterienfreiem Wasser vermengt, gab endlich 100 *gr* Nährlösung mit bloss $^1/_{1000000}$ organischer Substanz.

Dann wurde von dem Inhalt der Fläschchen B und C durch Ausgiessen, zuletzt mittelst sterilisirter Pipetten [9]) so viel entfernt, dass auch diese Fläschchen genau je 100 *gr* Nährlösung enthielten.

Nachdem diess geschehen, wurde eine geglühte Platinnadel mit der äussersten Spitze in eine frische Bakterienkolonie getaucht, in dem destillirten Wasser des Fläschchens A ausgeschwenkt und diese doppelte Prozedur (Eintauchen und Ausschwenken) drei Mal hintereinander wiederholt, zuletzt das Wasser in Fläschchen A durch heftiges Schütteln gleichmässig mit Bakterien imprägnirt.

Unmittelbar darauf, am Abend des 16. Dezember, wurden drei sterilisirte Erlenmayer mit Nährgelatine und je 0,5 cm^3 bakterienfreiem Wasser, drei andere mit Nährgelatine und je 0,4 cm^3 des Bakterienwassers aus Fläschchen A, endlich die Fläschchen B, C und D mit je 0,1 cm^3 Wasser aus Fläschchen A beschickt. In den drei Kolben, welche bakterienfreies Wasser erhalten hatten, entstanden, wie bereits angedeutet, bis am 11. Januar 1885, zu welcher Zeit die Versuche abgebrochen wurden, keine Kolonien, das Wasser war also wirklich bakterienfrei.

Dagegen traten in den drei mit Inhalt von Fläschchen A beschickten Kolben bis zum 18. Dezember 1884 zahlreiche Kolonien auf. Auf Grund deren Zählung berechnete sich der Gehalt des Wassers an Bakterien pro cm^3

auf 286 424
313 944 } zusammen 938 170, im Mittel 312 723.
337 802

Da von eben diesem in Fläschchen A enthaltenen Wasser in die Fläschchen B C D je 0,1 cm^3 gebracht worden war und jedes dieser Fläschchen bereits 100 *gr* oder 100 cm^3 Wasser enthielt, ist mithin die Zahl der am 16. in jedes dieser Fläschchen eingeführten Bakterien auf je 312 pro 1 cm^3 zu veranschlagen.

Nachdem nun sämmtliche Fläschchen A, B, C, D zwei Tage lang vom 16.—18. gestanden hatten, wurden neue Aussaaten in Erlenmayer gemacht und zwar von jeweilen 0,1 cm^3. Aus den bis zum 20. resp. 21. Dezember entstandenen Kolonien berechnete sich dann auf den 18. Dez. ein Bakteriengehalt pro cm^3 für Fläschchen

A von	3 202 070 3 065 662 ähnlich	zusammen 6 267 732, im Mittel 3 133 866 und eine Vermehrung auf's 10fache;
B von	1 404 312 1 562 832 1 801 920	zusammen 4 769 064, im Mittel 1 589 688 und eine Vermehrung auf's 5095fache;
C von	11 554 11 442 16 106	zusammen 39 102, im Mittel 13 034 und eine Vermehrung auf's 42fache;
D von	370 340 610	zusammen 1320, im Mittel 440 und eine Vermehrung aufs 1,4fache;

$^{3}/_{100000}$ Theile gelöster organischer Nährsubstanz genügten somit zu ausgiebigster Vermehrung der Bakterien.

Um zu sehen, ob stärkere Verdünnungsgrade, wie sie in C und D zur Anwendung gekommen, die Vermehrung unmöglich machen oder vielleicht nur verlangsamen, wurden am 20. Dezember abermals je drei Aussaaten, jedoch nur vom Inhalt der Fläschchen B, C, D vorgenommen, und zwar von je 0,05 aus Fläschchen B, von je 0,1 aus Fläschchen C und D. Das Resultat war folgendes.

In den mit Inhalt aus B beschickten Kolben entstanden bis zum 22. so viele Kolonien, dass eine genaue Zählung unmöglich war. Ich berechnete auf den 20. Dezember

	einen Bakteriengehalt pro 1 cm^3			und eine Vermehrung		
	für die einz Vers.	Zusammen	Im Mittel	vom 18.—20. Dez.		vom 16.—20. Dez.
B	15 000 000		15 000 000	aufs	10	48 000fache
C	3 618 000 3 894 000 ähnlich	7 312 000	3 656 000	„	280	11 700 „
D	3 252 000 ähnlich „		3 252 000	„	7400	10 423 „

Es geht hieraus hervor, dass selbst $^{1}/_{100000}$, ja sogar $^{1}/_{1000000}$ gelöster organischer Nährsubstanz ausreicht, um eine beträchtliche Vermehrung von Bakterien zu ermöglichen, dass der Prozess jedoch durch starke Verdünnung unter sonst gleichen Umständen verzögert wird.

Ohne Zweifel stehen die Mengen der in Lösungen verschiedener Konzentration sich bildenden Bakterien zu den bezüglichen Konzentrationsgraden in irgend einem gesetzmässigen Verhältniss. Dass bei der zweiten Aussaat aus Fläschchen D mit $^{1}/_{1000000}$ Verdünnung fast so viele Bakterien geerntet wurden, wie bei B mit $^{1}/_{100000}$, lässt somit irgend einen Fehler vermuthen; denn wie C mit $^{1}/_{100000}$ Verdünnung annähernd drei Mal (in Wirklichkeit vier Mal) weniger Bakterien geliefert hat, als B mit $^{3}/_{100000}$ Verdünnung, so hätte D mit $^{1}/_{1000000}$ Nährsubstanz auch wenigstens annähernd zehn Mal weniger Bakterien als C mit $^{1}/_{100000}$ Nährsubstanz ergeben sollen. Doch darf man sich, wie ich glaube, daran für einmal nicht zu sehr stossen; denn wenn man bedenkt, dass zur Erzeugung von 100 *gr* $^{1}/_{100000}$ Nährlösung ein Milligramm organischer Substanz ausreicht, wird man zugeben müssen, dass die Gewinnung einer Lösung von $^{1}/_{1000000}$ Gehalt ihre eigenen Schwierigkeiten haben muss. Es mag alles noch so genau gewogen und abgemessen und die Reinigung der Gläser noch so sorgfältig vollzogen worden sein, klebten irgend einem Fläschchen auch nur minimale Mengen organischer Substanz an, ohne bei den oben angegebenen Reinigungs- und Sterilisationsprozeduren weder mechanisch beseitigt, noch zerstört zu werden, so konnte das Endresultat gar leicht in dem Masse verändert werden, wie es bei der zweiten Aussaat aus Fläschchen D geschehen sein dürfte.

Da vom Dienstag den 16. Dezember, Abends, wo die Nährlösungen mit Bakterien beschickt wurden, bis Samstag den 20., Mittags 3 Uhr, wo die letzte Aussaat gemacht wurde, zirka vier Tage oder 96 Stunden verstrichen und zur Bildung von 15 Millionen Bakterien aus ursprünglich 312 durch wiederholte Theilung etwa 15—16 Generationen nöthig sind (15 Theilungen liefern 10, 16 Theilungen 20 Millionen), so erfolgte eine Theilung oder Verdoppelung der Zahl in $^{96}/_{16}$, d. h. zirka sechs Stunden, also viel langsamer als für andere Fälle mit wahrscheinlich günstigeren Ernährungsbedingungen nachgewiesen worden ist.

Es kann auf den ersten Blick auffallen, dass auch in Fläschchen A vom 16. auf den 18. Vermehrung und zwar auf zirka das Zehnfache der ursprünglichen Zahl stattgefunden hat. Allein man darf nicht vergessen, dass, wenn auch das Fläschchen A ursprünglich reines Wasser enthielt, am 16. mit den Bakterien eben auch kleine Quantitäten Nährsubstanz in dasselbe eingeführt wurden. Die Menge Infektionsmaterial, welche der dreimal im Wasser von A ausgeschwemmten Nadelspitze anhaftete, war zwar äusserst gering — ich glaube nicht, dass sie mehr als 0,1 mm^3 betrug. — Nimmt man an, dass die Hälfte davon aus Bakterien, die andere, also 0,05 mm^3, aus Nährgelatine bestand, was einem Gehalt an organischer Substanz von

0,0036 *mgr* entspricht, und dass nur die Hälfte dieser Nährsubstanz für Bakterienbildung verwendbar war, so reichte das immer noch zur Erzeugung von Millionen Bakterien aus. Es standen aber den mit der Platinnadel in das Wasser eingeführten Bakterien gewiss auch noch Reservenährstoffe in ihrem Innern zur Verfügung.

Nach alle dem bedarf es zur Erklärung der Vermehrung der Bakterien in stehendem Brauchwasser weder die Annahme mangelhafter Sterilisation oder zufälliger Verunreinigung, noch die Zuflucht zum Verbrauch der in den ursprünglich vorhandenen Bakterien enthaltenen Reservestoffe [10]), noch ein Zerfallen von Bakteriengruppen. Ohne Zweifel wirken wenigstens die letztgenannten Momente mit, *ebenso gewiss ist aber auch, dass die, ob noch so spärlich im Wasser selbst vorkommenden organischen und anderen Nährstoffe* (Pflanzen- und Thierreste, Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammoniak etc.) *für sich allein im Stande sind, eine ausgiebige Vermehrung zu unterhalten,* die Vermehrung also nicht auf blossem Zufall oder Schein zu beruhen braucht, sondern eine sehr reelle, mit ansehnlicher Massenzunahme, also auch Steigerung der physiologischen Leistungsfähigkeit verbundene sein kann.

Dies gilt nun freilich keineswegs etwa bloss von unserm Brauchwasser. Ohne behaupten zu wollen, dass verschiedene Wasser rücksichtlich der Vermehrung der Bakterien beim Stehen unter sonst gleichen Verhältnissen sich nicht verschieden verhalten können, muss ich hervorheben, dass ich analoge Erscheinungen wie beim Brauchwasser noch bei diversen andern Wassern, auch Quellwassern wahrgenommen habe. So wuchs z. B. die Zahl der Bakterien im städtischen Leitungswasser von Luzern vom 14. Oktober, dem Tag der Fassung und ersten Untersuchung, bis zum 18. von 180 auf rund 10,000 und die Zahl der Bakterien der Fläschlochquelle vom 18. bis 24. November (das Wasser war am 17. gefasst und am 18. Morgens einer ersten Untersuchung unterworfen worden) von 46 auf (im Mittel aus zwei Versuchen) 225,000. Ein Unterschied zwischen den theils mit Watte, theils mit Glasstöpsel verschlossenen Proben machte sich hier nicht geltend.

Nachdem meine Versuche mit Zürcher Brauchwasser und künstlichen Nährlösungen, sowie die eben berührten Beobachtungen an Wasser der im Winter doch ohne Zweifel sehr reinen Fläschlochquelle dargethan haben, dass ein sehr bescheidenes Mass von Nährstoffen genügt, um lebhafte Bakterienvermehrung zu ermöglichen, leuchtet ein, dass der Schluss, den ich aus dem Ergebniss einer frühern Untersuchung des Wäggithalwassers gezogen habe und der dahin lautete: „Zweifelsohne haben sich die Bakterien vom Zeitpunkt der Fassung bis zu demjenigen der Untersuchung vermehrt, dass dies aber in so ausgiebiger Weise (ich berechnete damals 300,000) geschehen, ist ein fernerer Beweis für die Unreinheit des Wassers“, unrichtig war. Das ändert freilich an der Sachlage nichts; denn es steht darum nicht weniger fest, dass das Wäggithalwasser im August vorigen Jahres schon unmittelbar nach der Fassung reich an Fäulnissorganismen, überhaupt sehr unrein war und nach jedem starken Regen zu einem Schmutzwasser werden muss. (Siehe Specialberichte der Wäggithalquellen.) Auch ist klar, dass dieses Wasser, würde es in geschlossener Leitung nach Zürich geführt, in den wärmern Monaten zwar Zeit zu ansehnlicher Vermehrung der Bakterien hätte, dagegen keine Gelegenheit sich derselben durch Sedimentirung wieder zu entledigen. Ich sage dies bloss, weil schon behauptet worden ist, ein Trinkwasser sollte überhaupt gar keine Bakterien enthalten.

Es muss befremden, dass, obwohl die Bakterien in stehendem Wasser sich so rasch vermehren, die Untersuchung des laufenden Brauchwassers nach meinen bisherigen Erfahrungen wenigstens stets niedrige Zahlen ergibt.

Gewiss spielt hiebei die Temperaturerhöhung, welche das Wasser beim Stehen im warmen Zimmer erfährt, eine wesentliche Rolle. Es spricht dafür ausser zahlreichen, längst von Andern gemachten Erfahrungen betreffend den Einfluss der Temperatur auf die Vermehrung von Spaltpilzen, auch die Thatsache, dass von drei gleichzeitig in sterilisirten, mit Glasstöpseln versehenen Fläschchen gefassten Brauchwasserproben diejenige, die durch fliessendes Wasser zwei Tage lang kühl erhalten blieb, beträchtlich weniger Bakterien ergab, als die beiden andern frei im Zimmer aufgestellten.

Unerklärt ist hiebei nur, dass auch in der warmen Jahreszeit, wo doch schon das laufende Brauchwasser eine merklich höhere Temperatur zeigt, dessen Gehalt an Bakterien nicht wesentlich grösser als sonst erscheint.

Vielleicht hängt diese, ohne Zweifel auch für andere relativ reine Wasser gültige Erscheinung mit Veränderungen zusammen, welche die im Wasser befindlichen, organischen Stoffe erfahren. Im See- und Limmatwasser und während der ersten Stunden auch im Brauchwasser treten jene Stoffe grösstentheils als Bestandtheile *lebender* Mikroorganismen auf, welche der Einwirkung der Bakterien relativ grössere Widerstände entgegen zu stellen haben, später aber als leicht zersetzbare Bestandtheile von Kadavern. Wohl möglich also, dass gewisse im Wasser in Gestalt lebender Organismen enthaltene, organische Stoffe durch Absterben jener erst in der Zersetzung zugänglichere und der Bakterienvermehrung günstigere Formen übergeführt

werden müssen. Vielleicht wirken auch die starken täglichen Temperaturschwankungen, wie sie bei im Zimmer stehendem Wasser zur Geltung kommen, relativ günstiger auf die Vermehrung von Spaltpilzen als die während langen Perioden fast konstant bleibende Temperatur eines Sees etc. Ich erinnere an Prof. von Liebenberg's Beobachtungen über den Einfluss intermittirender Wärme auf die Keimung der Samen höherer Pflanzen.

Wie dem sei, wer möglichst wenige Bakterien in den Leib bekommen will, wird nach allem Vorausgegangenen gut thun sein *Trinkwasser,* stamme es, woher es wolle, *nicht zu lange herum stehen zu lassen.* Zu fürchten ist freilich in der Regel gewiss sehr wenig, da die gewöhnlich im Wasser vorkommenden Spaltpilze ganz ungefährlich sind. Sind aber pathogene Pilze in ein Wasser eingedrungen, so dürfte sich die Sache doch etwa einmal auch ernster gestalten, obwohl es nicht den Anschein hat, dass solche in reinem Wasser sich allzu oft andauernd zu erhalten im Stande sind.

II. Beiträge zur Filterfrage.

Als nach Ausbruch der letztjährigen Typhusepidemie in Zürich die Ansicht: die Ursache sei wahrscheinlich in unserm Brauchwasser zu suchen, mehr und mehr die Oberhand gewann, musste die allgemeine Aufmerksamkeit um so eher vorerst auf die Hausfilterfrage gelenkt werden, als sich bald genug herausstellte, dass die Verbesserung der Zürcher Wasserversorgung längere Zeit in Anspruch nehmen werde. Mit dem allmähligen Erlöschen der Epidemie trat dann zwar diese Frage wieder etwas in den Hintergrund, aber nur für kurze Zeit, für so lange als die Cholera Europa noch nicht heimgesucht hatte. Längst war denn auch von der Wasserkommission die Prüfung verschiedener Hausfilter, sowie der Filterfrage überhaupt auf die Traktandenliste gesetzt und eine Reihe von Filtern herbeigeschafft und dem Unterzeichneten zu Untersuchungszwecken überwiesen worden; allein es fehlte eben die Zeit, um diese ebenso umständlichen als wichtigen Untersuchungen energisch an die Hand zu nehmen.

Was ich hiemit mitzutheilen mir erlaube, ist das Ergebniss einiger wenigen Untersuchungen, die theils zu Ende August, theils im Oktober vorigen Jahres ausgeführt worden sind und von denen die einen zur vorläufigen Orientirung über die relative Leistungsfähigkeit verschiedener Filter bei Anwendung stark getrübten Wassers dienen, die andern aber über die Frage der Abhaltung von Bakterien durch Filter Aufschluss geben sollten.

A. Versuche zur Prüfung der relativen Leistungsfähigkeit verschiedener Filter bei Verwendung stark getrübten Wassers.

Zu diesem Zweck sind zu Ende August 1884 im botanischen Institut des schweizerischen Polytechnikums von Herrn Stadtingenieur Burkhard unter der gefälligen Mitwirkung von Herrn Prof. Lunge umfangsreiche Einrichtungen erstellt worden, vermöge deren gleichzeitig mehrere Filter mit demselben Wasser versorgt und auf ihre relative Leistungsfähigkeit geprüft werden konnten. Die Einrichtungen bestanden im Wesentlichen in einem grossen, auf einem geeigneten Gestell aus Holz angebrachten und mit der Brauchwasserleitung in Verbindung stehenden Gefäss aus Zinkblech, von welchem eine Reihe in gleicher Höhe eingefügter, mit Hahnen versehenen Ausflussröhren ausstrahlten, somit Wasser an mehrere im Kreis aufgestellte Filter zugleich abgegeben werden konnte. Der Untersuchung unterworfen wurden bis dahin folgende Filter:

1. Ein *Filtre Bourgeoise.* Buron succ. Paris, geliefert von Herrn Spenglermeister Brunner dahier und bestehend aus einem blumentopfähnlichen Blechgefäss, dessen obere Hälfte mit grober Holzkohle gefüllt und mit einem Deckel lose bedeckt war. Inhalt der untern Hälfte unbekannt.

2. Ein *kleines Hausfilter von G. Arnold & Schirmer in Berlin. System Piefke,* Filtermasse: Cellulose, Preis 45 M., Leistungsfähigkeit laut Prospekt wenigstens 100 bis 200 Liter per Stunde. Zur ersten Beschickung 10 Gramm, für jede Nachbeschickung 0,1 Gramm Cellulose (à $1^1/_2$ M. das Kilo) erforderlich.

3. Ein *Réservoir Filtre à air comprimé, Syst. Chanoit,* von J. Carré et ses fils, Paris, aus Gusseisen, unten Schlackensand, dann Quarzsand enthaltend.

4. Ein *Filter aus plastischer Kohle von Lorenz in Berlin,* mit als Heber wirkendem Kautschukschlauch. Durchmesser der Grundfläche 20 *cm.*

5. Ein extra für diese Versuche erstelltes *Sandfilter aus Zinkblech,* 300 *mm* weit, 1,8 *m* hoch, auf 0,1 mit grobem Sand, auf weitere 0,7 *m* mit Filtersand gefüllt. Leistung bei 45 *cm* Ueberdruck 150 cm^3 per Minute.

Nachdem alle diese Filter mit dem Vertheilungsgefäss in geeignete Verbindung gebracht worden waren — das Kohlenfilter von Lorenz kam direkt in's Vertheilungsgefäss zu stehen — wurden sämmtliche Hahnen geöffnet und dadurch Zuflussleitung und Filter in Betrieb gesetzt. Zugleich

wurden von Zeit zu Zeit dem Wasser im Vertheilungsgefäss erhebliche Mengen durch sogenannten Seeschlamm (bakterienhaltige Seekreide) getrübten Wassers beigefügt, und durch stetes Umrühren am Absetzen verhindert.

Ich entnehme den von Herrn Prof. Lunge besorgten Aufzeichnungen betreffend die Leistung obiger Filter folgende Stellen:

1. *Filtre Bourgeoise.* Filtrirt so gut wie gar nicht. Anfangs wurde das Wasser sogar stark gefärbt, um später so trüb auszulaufen wie ein. Nach einigen Stunden stellte das Filter seine Thätigkeit ganz ein.

2. *Cellulosefilter nach Piefke.* Hält zwar sehr viel Schlamm zurück, lässt aber das Wasser ganz trübe hindurch und sinkt in kurzer Zeit stark in der Leistung. Selbst bei schwacher Beanspruchung des Filters kommt das Wasser trübe u. s. w. [11])

3. *Filtre Chanoit.* Wasser anfangs ganz trübe, später bedeutend klarer, doch nie völlig klar und Leistung minim, nur 160 *cm*³ per Minute, später sogar blos 100.

4. *Filter Lorenz* aus plastischer Kohle. Wasser anfangs unangenehm schmeckend, später nicht mehr und ganz klar. Leistung allmählig abnehmend (bei einer Druckhöhe von 68,5—73,5 im Lauf von ca. 2 Stunden von 475 *cm*³ per Minute auf 275), jedoch hauptsächlich in Folge Belegung der Aussenfläche mit einer dicken Schlammschicht — wie schon angegegeben befand sich das Filter direkt im Vertheilungsgefäss. — Nach Abspülen des Schlammüberzuges stieg die Leistung wieder fast ganz auf die ursprüngliche Höhe (450 *cm*³ per Minute). Unmittelbar nach der Reinigung kam das Wasser etwas trübe, später wieder völlig klar.

5. *Sandfilter.* Das Wasser geht fast so klar durch wie bei 4. Selbst das Aufrühren des auf der Oberfläche der Filtersandschicht abgelagerten Schlammes bewirkt keine nennenswerthe Trübung des hindurchtretenden Wassers.

B. Versuche betreffend die Zurückhaltung von Bakterien durch Filter.

1. Versuche mit gewöhnlichem Filterpapier.

Einfache bis vierfache Filter aus gewöhnlichem chemischen Filtrirpapier liessen die Bakterien einer künstlich dargestellten Bakterienflüssigkeit in Menge hindurchtreten. Ob bei mehrfacher Lage des Papiers und länger dauernder Wirkung die Zahl der durchgehenden Bakterien abnimmt, hat bis jetzt nicht sicher konstatirt werden können, wesentlich weil auf die zu diesem Zwecke angestellten Versuche nicht die nöthige Zeit und Sorgfalt verwendet wurde.

2. Kolben-Versuche mit Wasserproben der Filter Nr. 3, 4 und 5. (S. oben.)

Je ein Erlenmayer wurde mit sterilisirter Nährgelatine und $^3/_{27}$ *cm*³ Wasser aus Chanoit und Lorenz beschickt, zwei andere mit Gelatine und 0,1 *cm*³ respektive $^{10}/_{27}$ *cm*³ Wasser aus dem Sandfilter. Auf Grund der im Laufe einiger Tage (vom 30. August bis 2. September) entstandenen Kolonieen berechnete sich für das Filtrat von Chanoit ein Bakteriengehalt von 252 pro *cm*³:

Lorenz 819

des Sandfilters von 1000 bis höchstens 2000.

In einem zur Krontrolle nur mit Gelatine beschickten Kolben hatte sich, wie bei andern ähnlichen Versuchen, absolut nichts entwickelt. Die Kolonien in den zwei ersten Kolben waren sämmtlich klein, die der zwei mit Wasser aus dem Sandfilter beschickten zum Theil von ansehnlicher Grösse, was vielleicht dahin zu deuten ist, dass dort vorwiegend einzelne Bakterien, hier aber auch ganze Gruppen von Bakterien hindurchgingen. Da der Schlamm im Sandfilter vor Anstellung der hier berührten Versuche wiederholt aufgewühlt, auch das Filter von Zeit zu Zeit viel zu stark in Anspruch genommen worden war, kann das relativ ungünstige Ergebniss nicht sehr überraschen.

3. Versuche mit zuvor sterilisirten Filtern.

Da bei den vorigen Versuchen die Möglichkeit einer Verunreinigung des durchgehenden Wassers durch dem angewendeten Filter oder dessen Füllungsmaterial ursprünglich anhaftende Bakterien nicht ausgeschlossen war, glaubte ich durchaus einige Versuche mit bakterienfreien Apparaten anstellen zu müssen, um zu erfahren, ob überhaupt und, wenn ja, in welchem Betrag Bakterien durch Filter zurückgehalten zu werden vermögen.

Zu diesem Behuf wurde zunächst das *Lorenz'sche Filter* aus plastischer Kohle sorgfältig ab- und ausgespült, durch $1^1/_2$tägiges Erhitzen im Thermostaten getrocknet und sterilisirt. Die Temperatur war hiebei lange Zeit nicht über 132° C. zu bringen, erhob sich aber am zweiten Tag wenigstens auf 145°. Da sich hiebei das metallene Verbindungsstück des Kautschukschlauches vom Filter lostrennte, wurde sein im Filter steckendes zapfenförmiges Ende mit sterilisirter Baumwolle umwickelt, diese mit Canadabalsam bestrichen und der Zapfen dann wieder so fest als möglich eingesetzt. Darauf brachte ich das Filter in einen weiten Glascylinder und goss zuerst Brauchwasser, später eine an Fäulnissbakterien reiche Flüssigkeit in das Gefäss, darauf achtend, dass die Einfügungsstelle des Schlauches stets *aufgetaucht* blieb, von da aus also keine Bakterien eindringen konnten. Nachdem das Filter durch vor-

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

sichtiges Ansaugen in Thätigkeit gesetzt worden war [12]), fasste ich dann in sterilisirten Kolben zuerst filtrirtes Brauchwasser, später filtrirtes Fäulnisswasser, dies aber erst, als anzunehmen war, dass das zuerst in's Filter eingedrungene Brauchwasser gänzlich durch Fäulnisswasser verdrängt sein werde. Beide Filtrate — das zweite erschien gelb gefärbt — wurden endlich zu je zwei Kolbenversuchen verwendet und hiebei von jenem je 0,5, von diesem 0,2 cm^3 ausgesät. Aus den im Lauf von vier Tagen, vom 5. bis 9. Oktober, entstandenen Kolonien berechnete sich für das filtrirte Brauchwasser der Bakteriengehalt auf 15 resp. 18, im Mittel 16,5 pro cm^3, für das filtrirte Fäulnisswasser aber auf 1 136 000. Aus der geringen Zahl von Bakterien bei dem ersten Versuch geht hervor:

1. Dass die Sterilisation des Filters gelungen war. 2. Dass das Lorenz'sche Filter aus komprimirter Kohle einen namhaften Bruchtheil von Bakterien zurückzuhalten vermag; denn, setzt man den mittleren Bakteriengehalt des Brauchwassers = 126, so beträgt die Menge der zurückgehaltenen Bakterien beinahe $^7/_8$. Ich habe leider in diesem Fall versäumt, den Bakteriengehalt des unfiltrirten Fäulnisswassers direkt zu bestimmen. Legt man indessen das Ergebniss der Filtration des Brauchwassers zu Grunde, so muss 1 cm^3 mindestens 9 Millionen enthalten haben. Dass in der That auch bei Filtration des Fäulnisswassers grosse Mengen von Bakterien zurückgehalten worden sein müssen, geht daraus deutlich hervor, dass die Wirkung des Filters bei diesem Versuch ausserordentlich rasch — während der Füllung eines einzigen Kolbens — und stark nachliess. Auch mag hervorgehoben werden, dass die mikroskopische Untersuchung im filtrirten Fäulnisswasser nur isolirte Bakterien nachzuweisen vermochte, wogegen letztere in der unfiltrirten Flüssigkeit oft zu vielen zusammengedrängt erschienen.

Um weiterhin die *filtrirende Wirkung des Sandes* genauer kennen zu lernen, konstruirte ich mir ein *sterilisirbares Sandfilter*. Eine gegen das untere Ende verengte Glasröhre von ca. 30 *cm* Länge und 2 *cm* Weite, wurde, nachdem in der Verengerung ein Pfropf aus Glaswolle angebracht worden war, auf die Länge von 25 *cm* mit Quarzsand (Körner $^5/_{100}$—$^6/_{10}$, meist $^1/_{10}$—$^4/_{10}$ *mm* gross) gefüllt, darauf oben mit einem Baumwollpfropf, unten mit einem von einem spitzzulaufenden engen Glasröhrchen durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen, dann auf übliche Weise sterilisirt [13]) und in einem Stativ in schiefer Lage befestigt, der Art, dass das obere Niveau des Sandes ca. 15 *cm* über das untere zu liegen kam. Nachdem ich mir gleichzeitig in einem sterilisirten Apparat destillirtes bakterienfreies und in einem Kolben fäulnissbakterienreiches Wasser dargestellt, von beiden Wassern kleine Proben, und zwar von jenem 0,5, von diesem 0,1 cm^3 in Gelatine ausgesät hatte, filtrirte ich zuerst das bakterienfreie, dann das Fäulnisswasser durch das sterilisirte Sandfilter, machte von den Filtraten gleichfalls — vom zweiten natürlich erst, als das reine Wasser im Filter durch Fäulnisswasser gänzlich verdrängt sein musste — Aussaaten, und zwar im Verhältniss von 0,5 zu 0,1 5 cm^3. Das Resultat aller dieser Versuche war folgendes:

In den am 9. Oktober mit unfiltrirtem und filtrirtem bakterienfreien Wasser beschickten Kolben entwickelte sich bis zum 13. nicht eine Kolonie, Beweis dafür, dass 1. das destillirte Wasser wirklich bakterienfrei, 2. das Sandfilter vollkommen sterilisirt worden war. Dagegen erschienen in den andern Kolben, zumal den mit unfiltrirtem Fäulnisswasser beschickten, eine Menge Kolonien. Daraus berechnete sich für das *unfiltrirte Fäulnisswasser* ein Bakteriengehalt pro cm^3 von mindestens 32 400 000, und für das gelbe und trüb hindurchgetretene filtrirte Fäulnisswasser ein solcher von 2 635 000. Es wurden also auch in diesem Falle lange nicht alle Bakterien hindurchgelassen, sondern etwa $^{11}/_{12}$ zurückgehalten. Von zwei mikroskopischen Dauerpräparaten, die dadurch gewonnen wurden, dass ein Tropfen unfiltrirtes und ein genau gleichgrosser Tropfen filtrirtes Fäulnisswasser auf Deckgläschen gleicher Ausdehnung ausgebreitet, eingetrocknet und durch Gentiana-violett-Anilinwasser gefärbt wurde, zeigt das zweite viel weniger und nur isolirte Bakterien, während das erste weit mehr und oft zu Gruppen verbundene Bakterien enthält. Auch bei diesem Versuch nahm die Wirkung des Filters im Laufe einiger Zeit rasch ab: Während anfangs 107 Tropfen per Minute durchgingen, zählte ich nach Verfluss von $4^1/_2$ Stunden nur noch 93 pro Minute, ein fernerer Beweis für Zurückhaltung zahlreicher Bakterien durch den Sand.

Man hat in jüngster Zeit bei uns oft die Behauptung aussprechen hören: Bakterien lassen sich durch keine Filtration aus dem Wasser ferne halten, es sei denn, dass man auf die Lieferung eines grössern Wasserquantums verzichte; auch ich selber habe eine Zeit lang dieser Ansicht gehuldigt. Bisweilen liess sich auch die Frage vernehmen, was es denn unter solchen Umständen überhaupt nütze, zu filtriren?

Vorstehende Untersuchungen lehren, dass die Sache doch etwas günstiger liegt. Die Filtration hat ihre nicht geringe Bedeutung. Abgesehen davon, dass das Filter zahlreiche, grössere, im Wasser suspendirte Theilchen unorganischen und organischen Ursprunges zurückhält, das Wasser dadurch appetitlicher und zugleich ärmer an Nährstoffen für Bakterien wird, steht nach dem Obigen fest, dass auch erhebliche Mengen Bakterien zurückgehalten werden.

Wohl ist es wahr, dass ein einziger Spaltpilz zum Ausgangspunkt von nach Myriaden zählenden Generationen werden kann, woraus Manche schliessen, dass das Eindringen eines einzigen Individuums in den menschlichen Körper genüge, um diesen krank zu machen. Allein Diese vergessen dabei, dass hiezu bestimmte Bedingungen nöthig sind, die kaum immer ohne weiteres zutreffen. Gewiss verdanken die Spaltpilze ihre physiologische Leistungsfähigkeit zu einem guten Theil ihrem kolossalen Vermehrungsvermögen, aber eben dieses Vermehrungsvermögen lässt auch erkennen, dass sie einer Unmasse von Schädlichkeiten ausgesetzt sein müssen, denen gegenüber sie ohne diese Eigenschaft sich nicht zu erhalten im Stande wären. Solchen Schädlichkeiten begegnen sie auch im menschlichen Organismus. Derselbe steht den Spaltpilzen nicht hülflos gegenüber, sondern hat im Kampf mit denselben zahlreiche Kräfte einzusetzen. Darum kann es nicht gleichgültig sein, ob ein pathogener Spaltpilz in Einzahl oder Vielzahl eindringe. Darum muss es aber auch Bedeutung haben, ob wir die Zahl, in der er eventuell im Wasser auftritt, herabzusetzen im Stande sind, es muss Werth haben, das Trinkwasser zu filtriren.

Auch in Genf wird die Bedeutung der Filtration nicht unterschätzt. Da aber Sandfilter nicht alle Bakterien zurückhalten [14]), scheint man daselbst von der Sandfiltration gänzlich Umgang nehmen und sich auf die Einführung von Hausfiltern beschränken zu wollen.

Im Hinblick auf die Thatsache, dass

1. die Leistungsfähigkeit jedes Filters allmählig proportional seiner Inanspruchnahme abnimmt; [15])

2. Hausfilter also, denen die ganze Filtrationsarbeit zugemuthet wird, relativ bald den Dienst versagen werden;

3. die Beaufsichtigung und Reinigung, resp. Erneuerung Tausender von Hausfiltern umständlich und schwieriger mit Erfolg durchzuführen sein muss, als die einer einzigen centralen Filteranlage, insbesondere der Zeitpunkt, in welchem die Filter gereinigt werden sollten, schwer zu erkennen ist, daher leicht überwartet wird, und in Folge dessen solche Filter entgegen ihrer Bestimmung oft eine Quelle der Wasser*verunreinigung* abgeben,

will es mir rathsamer scheinen, das Hauptgewicht auf ein möglichst rationell construirtes allgemeines Filter zu legen.

III. Schlusswort betreffend ständige bakteriologische Wasseruntersuchungen.

Es ist in der Wasserkommission wiederholt die Rede davon gewesen, es sei das Zürcher Trinkwasser in Zukunft regelmässig nicht nur chemisch, sondern auch bakteriologisch zu untersuchen. Wer wird sich nach den Erfahrungen vom letzten Jahr darüber wundern! Indessen darf man doch billig fragen: was verspricht man sich von solchen Untersuchungen?

Etwa die stete Nachweisung aller im Wasser enthaltenen pathogenen Pilze und die Gewinnung untrüglicher Anhaltspunkte, um jeweilen jede Gefahr sofort zu erkennen und dem Eintritt von Kalamitäten, wie die letztjährige Typhusepidemie, durch rechtzeitiges Warnen stets vorbeugen zu können? Das wäre zwar recht schön, hiesse aber Unmögliches verlangen. Der Arzt findet bei bestimmten Krankheiten, an bestimmten Körperstellen bestimmte Spaltpilze und betrachtet dieselben mit grösserm oder geringerm Grund als die Krankheitsursache, auch wenn der experimentelle Beweis fehlt. Einzelne dieser Pilze sind durch morphologische und biologische Eigenthümlichkeiten mehr oder weniger charakterisirt, aber nur selten oder nie in der Art, dass man erstere auch ausserhalb des menschlichen Körpers jeder Zeit mit absoluter Sicherheit zu erkennen vermöchte. Allein auch wenn sich das anders verhielte, wenn die Diagnostik der pathogenen Spaltpilze gar keine Schwierigkeiten hätte, würde der Gewinn für die Praxis hinter so hochgespannten Zielen doch weit zurückbleiben; denn, so lange ein pathogener Pilz in der Aussenwelt nur vereinzelt auftritt, wird er unserer Beobachtung entgehen, und, ist er zahlreicher geworden, wird die Infektion schon erfolgt sein. Nur der allerdings nicht zu unterschätzende Vortheil erschiene gesichert, dass es alsdann eher möglich sein würde, die Wege, auf denen eine zum Ausbruch gekommene Epidemie sich ausgebreitet hat, festzustellen, ohne vielleicht jedesmal auch den ganzen umständlichen Apparat der Statistik in Gang setzen zu müssen. Schon aus diesem Grunde ist es eine unabweisbare Forderung, allmälig sämmtliche pathogenen Spaltpilze auch mit Rücksicht auf ihr morphologisches und physiologisches Verhalten *ausserhalb* des menschlichen Körpers eingehend zu studiren; aber auch, weil von einer erschöpfenden Aetiologie epidemischer Krankheiten nicht die Rede sein kann, so lange von Pilzen, die nicht bloss von Person zu Person, sondern auch durch äussere Medien übertragbar sind, vielleicht nur die eine Hälfte ihres Entwicklungsganges bekannt ist. Fortschritte in dieser Richtung sind aber wohl weniger von Wasseruntersuchungen zu er-

warten. Zu dem Zweck muss von den pathogenen Pilzen ausgegangen werden, sind diese zum Gegenstand fortgesetzter experimenteller und mikroskopischer Untersuchung zu machen.

So können denn unter der fortlaufenden bakteriologischen Untersuchung unseres Trinkwassers wohl nur Untersuchungen zum Zweck, den jeweiligen Bakteriengehalt festzustellen gemeint sein.

Nach meinen Erfahrungen während der letzten Monate gestehe ich nun aber offen, dass die Vorstellungen, die ich mir früher vom Werth solcher Untersuchungen gemacht habe, keineswegs gestiegen sind. Denn, abgesehen von den grossen, wenn auch vielleicht nicht unüberwindlichen Schwierigkeiten, die sich einer durchaus zutreffenden Ausmittelung der Bakterienzahl entgegenstellen, und der Thatsache, dass mit der Kenntniss der Zahl kein Einblick in die sanitarische Bedeutung dieser Organismen gewonnen ist, will mir der Bakteriengehalt des Wassers auch seiner grossen Veränderlichkeit selbst bei relativ reinem Wasser wegen als ein bei Beurtheilung eines Wassers nur mit grösster Vorsicht zu verwerthendes Merkmal erscheinen, hat ja doch z. B. unser Brauchwasser, das unter normalen Verhältnissen gewiss stets unendlich viel besser ist als das Limmatwasser unterhalb der Kloakenausläufe von Zürich, nach mehrtägigem Stehen untersucht, 20 bis 30 Mal mehr Bakterien ergeben als eben dieses Limmatwasser bei sofortiger Untersuchung.

Allein Angesichts der Thatsache, dass wir absolut untrügliche Kriterien zur Beurtheilung des sanitarischen Werthes von Trinkwasser zur Zeit leider nicht besitzen, wage ich doch nicht, ein Hülfsmittel gänzlich von der Hand zu weisen, welches, richtig angewendet, den Blick wenigstens einigermassen zu erweitern und zu schärfen geeignet ist.

Mag der blosse Bakteriengehalt eines Wassers — wie übrigens ja auch unreinliche Beschaffenheit eines Sammelgebietes einer Quelle, grosse Durchlässigkeit des Terrains, starkes Schwanken des Wasserquantums, worüber der Geologe Aufschluss gibt, ferner Reichthum eines Wassers an Nitraten und Chloriden etc., die der Chemiker nachweist — keine durchschlagende Beweiskraft für die Schädlichkeit eines Wassers haben; es bleibt eine Thatsache, dass manche Dejektionen pathogene Organismen enthalten, alle Exkremente und Fäulnissstoffe überhaupt Bakterienentwicklung in hohem Grade begünstigen, Bakterienreichthum also ebensowenig Vertrauen in ein Wasser einzuflössen geeignet ist, als geologische und chemische Befunde von der Art der oben angedeuteten. Und wenn nun vollends die Ergebnisse so verschiedener Untersuchungsmethoden in so auffallender Weise mit einander harmoniren, wie das bei den von den Herren Prof. Heim, Stadtchemiker Bertschinger und mir unabhängig von einander ausgeführten Untersuchungen fast immer der Fall war, so steigt nicht nur das Gewicht des gemeinsamen Befundes, sondern auch die Werthschätzung einer einzelnen Untersuchungsmethode, der wir von vornherein vielleicht wenig Bedeutung zuzuerkennen geneigt sein möchten. Als ganz besonders brauchbar aber dürften sich selbst blosse Bestimmungen der Bakterienzahl erweisen, wenn es sich darum handelt, Wirkung, resp. Zustand einer zentralen Filteranlage oder auch des Röhrennetzes einigermassen zu kontroliren. Zum mindesten kann es nichts schaden, in dieser Richtung noch etwas mehr Erfahrungen zu sammeln. Welche Methode sich für derartige Untersuchungen am besten empfiehlt, was für Verbesserungen oder Vereinfachungen sich einführen lassen, das sind Fragen von sekundärer Bedeutung.

IV. Anmerkungen und Zusätze.

1.

Während bei Plattenversuchen Gelatine und Wasser in Probgläschen gemischt werden müssen, kann diese Operation bei Verwendung von Kolben in diesen selbst vorgenommen werden.

2.

Selbstverständlich kamen auch bei Fassung der zu untersuchenden Wasserproben stets sterilisirte Gefässe zur Verwendung.

3.

Bei Aussaat von 0,1 cm^3 Wasser aus einer bis zum Nullpunkt gefüllten, zunächst aber fünf Minuten lang *verkehrt* (Spitze nach oben) gehaltenen Pipette erntete ich weniger Kolonien, als bei Aussaat einer gleichen Wassermenge aus derselben, ebenfalls bis zum Nullpunkt gefüllten, aber zunächst fünf Minuten lang in *hängender* Stellung gehaltenen Pipette und zwar im Verhältniss von 720 : 920.

4.

Es ergaben vier am 7. November 1884 eingeleitete Kolbenversuche einen Bakteriengehalt pro 1 cm^3:

Für direkt ausgesätes Wasser ...	90 84	zusammen 174, im Mittel 87
Für zuvor 10 Minuten lang geschütteltes Wasser	56 62	zusammen 118, im Mittel 59

und vier ähnliche, am 15. November angestellte Versuche:

Für direkt ausgesätes Wasser ...	62 86	zusammen 148, im Mittel 74
Für zuvor 1/4 Stunde lang geschütteltes Wasser	146 84	zusammen 230, im Mittel 115

Addirt man die einzelnen für direkt und nach vorherigem Schütteln ausgesätes Wasser gefundenen Werthe, so erhält man

Für ungeschütteltes Wasser 322, im Mittel 80,5
„ geschütteltes „ 348, „ „ 87.

5.

Bei 1/10000 Verdünnung z. B. zählt jedes aus der Luft in irgend einen Versuchsballon fallende Bakterium für 10,000 im Wasser enthaltene. Gerathen aber zwei von Anfang an im Wasser suspendirte Bakterien, die bei der Vertheilung der infizirten Bouillon in verschiedene Ballons hätten gelangen sollen, in ein- und denselben, so resultirt ein Fehler von — 10000. Bei stärkern Verdünnungsgraden rächen sich solche Fehler natürlich noch mehr. Verdünnen wir aber ein bakterienreiches Wasser zu schwach, so erfahren wir dessen Bakteriengehalt nicht einmal annäherungsweise. Die Zahl der Ballons betrage 25, jeder enthalte 0,004 cm^3 der Bouillon beigemengten Untersuchungswassers, alle Ballons haben sich getrübt. Alsdann berechnet sich der Bakteriengehalt pro Kubikcentimeter auf 250. Ob aber 250, oder 2500, oder 2,500,000 in dem Wasser waren, wissen wir nicht.

6.

Die von mir gebrauchte Nährgelatine verflüssigt sich erst bei 28,5° C.

7.

Es bestimmten die Herren Prof. Fol und Dunant den Bakteriengehalt pro Kubikcentimeter für den Genfersee = 38, wogegen ich im Oktober 1884 im Vierwaldstättersee für Wasser bei der Seeburg, wo der See tief und rasch fliessend ist, 8, für Wasser beim Inseli, wo er geringe Tiefe und keine Strömung zeigt, dagegen zu Zeiten von den Dampfschiffwellen aufgewirbelt wird, 51 fand.

8.

Dass einstündiges Erhitzen auf 160° nicht genügt, um den Nährwerth organischer Stoffe (v. Nährgelatine) aufzuheben, haben erst in neuester Zeit angestellte Versuche dargethan.

9.

Selbstverständlich kamen bei den verschiedenen Fläschchen verschiedene Pipetten zur Anwendung.

10.

Eine so starke Vermehrung, wie sie vielfach beobachtet worden, liesse sich auf diese Weise allein überhaupt nicht erklären.

11.

Ein erst in jüngster Zeit von Herrn Prof. Lunge erworbenes, offenbar ganz wesentlich verbessertes neues Modell konnte, wie verschiedene andere Hausfilter, noch nicht geprüft werden.

12.

Sobald sich der Schlauch mit Wasser gefüllt hatte, wurde der Hahn zugedreht, darauf die metallene Ausflussröhre in der Spiritusflamme bis fast zum Schmelzen erhitzt und jetzt erst der Hahn wieder geöffnet.

13.

Da vulkanisirte Kautschukpfropfe bei anhaltender Erhitzung auf 160° in der Regel zu Grunde gehen, pflegte ich dieselben dadurch zu sterilisiren, dass ich die Oeffnungen in denselben ausbrannte und ihre Aussenfläche mit einer stark erhitzten Messerklinge bestrich.

14.

Vielleicht noch mehr, weil bei gewissen Versuchen Milzbrandbacillen durch den Sand hindurchgetreten waren.

15.

Unter Leistungsfähigkeit eines Filters verstehe ich hier nicht bloss dessen reinigende Wirkung, sondern sein Vermögen, ein bestimmtes Quantum gereinigten Wassers zu liefern.

Indem ich meinen Bericht schliesse, habe ich nur noch der treuen Hülfe meines Assistenten, Herrn Dr. J. Dufour aus Lausanne anerkennend zu gedenken. Derselbe hat nicht nur fast von Anfang an die grossen Quantitäten Nährgelatine, die erforderlich wurden, bereitet und sterilisirt, sondern auch die Sterilisation sämmtlicher Probgläschen, Kolben, Platten und Glasdosen mit grösster Sorgfalt besorgt. Auch alle für die Vermehrungsversuche nöthig gewordenen Wägungen verdanke ich Hrn. Dr. Dufour.

Zürich, im März 1885.

Prof. Dr. C. **Cramer.**

*

5. Chemische Untersuchung

der für die Wasserversorgung von Zürich in Betracht gezogenen Wasserproben.

Von Professor Dr. G. Lunge.

I. Allgemeiner Theil.

Ehe ich auf die Besprechung der Ergebnisse eingehe, welche die chemische Untersuchung der verschiedenen Wasserproben für die Zwecke der städtischen Wasserversorgung zu Tage gefördert hat, sei es mir gestattet, eine Beschreibung der angewendeten Untersuchungsmethoden voranzuschicken, und daran einige allgemeinere Bemerkungen über die Bedeutung der chemischen Untersuchung für die Beurtheilung der Tauglichkeit eines Wassers als Trink-, resp. Brauchwasser zu knüpfen.

Eine ganz vollständige Analyse, mit quantitativer Bestimmung der in den allerkleinsten Mengen vorkommenden Mineralbestandtheile, wie sie bei der Untersuchung von „Mineralwässern" am Platze ist, steht nicht nur bei einem Zwecke, wie der vorliegende es ist, wegen des ungeheuren Zeitaufwandes ausser Frage, sondern gewährt auch überhaupt gar keinen entsprechenden Nutzen. Ob und in welchem Verhältnisse minime Mengen von Magnesia, Kieselsäure, Thonerde, Manganoxyd, Alkalien, selbst Spuren von Eisenoxyd, in einem Wasser vorkommen, ist für die Beurtheilung eines Brauch- oder Trinkwassers völlig gleichgiltig; nur etwas grössere Mengen von Eisensalzen, die sich aber durch den Geschmack und das Verhalten des Wassers beim Stehen an der Luft schon von vornherein zu erkennen geben, müssten dafür berücksichtigt werden. Die Bestimmung der *anorganischen Bestandtheile* braucht sich daher in erster Linie nur auf die Momente zu erstrecken, welche für die „Härte" des Wassers massgebend sind, nämlich den Gesammtrückstand nach dem Glühen und die „Alkalinität", d. h. das Vermögen abstumpfend auf Säure zu wirken. In zweiter Linie kommen dann solche anorganische Verbindungen, deren Gegenwart in erheblicheren Mengen darauf hinweist, dass das Wasser mit *organischen* Abfallstoffen verunreinigt sein kann, als deren gewöhnliche Begleiter jene, an sich unschädlichen, anorganischen Körper (namentlich das Chlor) auftreten. Die eigentlichen Zersetzungsprodukte der organischen Stoffe selbst: Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure reihen wir hier, obwohl sie nominell auch „anorganische" Körper sind, direkt den organischen Stoffen an, welche wir später behandeln werden.

Die *„Härte"* eines Wassers pflegt man sehr gewöhnlich mittelst einer titrirten Seifenlösung auf „hydrotimetrischem" Wege zu ermitteln, und drückt dieselbe bei uns gewöhnlich in französischen Härtegraden aus, welche besagen, wieviel Theilen von kohlensaurem Kalk ($CaCO_3$) in 100,000 Theilen Wasser die Härte entspricht (die deutschen Härtegrade drücken 1 Theil Aetzkalk = CaO in 100,000 Theilen, die englischen 1 Theil kohlensauren Kalk in 70,000 Theilen Wasser aus). Damit ist selbstredend nicht gesagt, dass die Härte-erzeugenden Bestandtheile wirklich ausschliesslich kohlensaurer Kalk seien; die Härte, d. h. die Zersetzung der Seifenlösung, kann ebenso gut durch kohlensaure Magnesia, schwefelsauren Kalk und anderweitige Salze von Erden oder alkalischen Erden hervorgebracht werden. Um einigermassen besser hierüber orientirt zu sein, pflegt man häufig die „permanente" Härte des Wassers neben der Gesammthärte zu bestimmen, indem man eine bestimmte Menge Wasser längere Zeit unter Ersatz des Verdampfenden durch destillirtes Wasser oder aber mit Anwendung eines Rückfluss-Kühlers kocht, den entstandenen Niederschlag abfiltrirt und die Härte von neuem bestimmt. Hierbei wird der grösste Theil des kohlensauren Kalks, auch unter Umständen etwas kohlensaure Magnesia als unlöslicher Niederschlag gefällt (dieser Betrag wird dann als „vorübergehende" Härte bezeichnet); die dann noch verbleibende, permanente Härte kann von schwefelsaurem Kalk (Gyps), kohlensaurer Magnesia und ein wenig kohlensaurem Kalk herrühren; in welchen Verhältnissen, das erfahren wir dadurch auch noch nicht. Uebrigens sind diese Seifentitrirungen an sich sehr ungenaue Methoden.

Sobald man mehr verlangt, als durch einen einfachen Versuch an Ort und Stelle oder im Bureau des Ingenieurs u. drgl. eine Idee von der „Gesammthärte“ durch Titriren mit Seifenlösung zu erhalten, was ja für viele Zwecke schon genügen mag, so sollte man nach meiner Ansicht von den hydrotimetrischen Bestimmungen überhaupt absehen. Dieselben können uns, wie wir oben sahen, über die chemische Beschaffenheit des Wassers nichts Bestimmtes aussagen, und schon die Ermittelung der permanenten neben der Gesammthärte erfordert im Laboratorium mehr Zeit als die gleich zu beschreibenden Bestimmungen, aus denen wir einen viel präziseren Anhalt über die Zusammensetzung des Wassers gewinnen, und zwar mit chemischer Genauigkeit, statt der immerhin rohen Resultate der Seifentitrirung.

Ich ziehe es daher vor, folgende Bestimmungen vorzunehmen:

1. Ermittlung des Trockenrückstandes durch Eindampfen von 100 cm^3 Wasser in einer Platinschale und Trocknen bei 100°.

2. Ermittlung des Glührückstandes durch Glühen des Trockenrückstandes bis zum Weisswerden, wobei man beobachtet, ob starke Schwärzung, animalischer Geruch u. drgl. auftritt; dann Befeuchten mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak, um den Aetzkalk (resp. Magnesia) in kohlensaures Salz zu verwandeln und erneutes Trocknen bei 150°.

Der „Glührückstand“ gibt uns die Summe der eigentlichen anorganischen Bestandtheile, jedenfalls mit vollkommen ausreichender Genauigkeit für die Beurtheilung der Härte, und kann uns die Bestimmung der *Gesammthärte* ersetzen, indem wir je 10 *mg* pro Liter = 1 Grad setzen. Die Differenz zwischen den Bestimmungen 1 und 2, den „Glühverlust“, pflegte man früher als „organische Substanz“ anzusetzen. Dies ist nach allgemeiner Uebereinstimmung der Chemiker schon längst als ganz unzutreffend aufgegeben worden, und wird der Glühverlust nur bei ungewöhnlich grossem Betrage zu um so grösserer Sorgfalt in der Ausführung der brauchbareren Bestimmungen leiten können; ich lege daher auch keinen Werth darauf, ob die Trockentemperatur gerade bei 100° oder etwas davon abweichend gewählt wird.

3. Bestimmung der Alkalinität des Wassers, d. h. derjenigen Menge von Normalsäure, welche durch die Erden desselben gesättigt wird. Dies ist bei Anwendung von Zehntel-Normal-Salzsäure und dem gegen Mineralsäuren äusserst empfindlichen, gegen Kohlensäure aber unempfindlichen Indicator: „Methylorange“, ohne vorhergehende Konzentration des Wassers und in der Kälte auszuführen, dauert also kaum mehr als eine Minute. Das Resultat wird auf kohlensauren Kalk berechnet, und ersetzt uns die Bestimmung der *vorübergehenden* Härte durch eine exakte Bestimmung, welche für die Verwendung als Brauchwasser einen entsprechend grössern Werth hat. Wir drücken dieselbe in unseren Tabellen in französischen Härtegraden, also 10 *mg* $Ca\ CO_3$ = 1 Grad, aus, um dem gewöhnlichen Gebrauche soweit als möglich entgegenzukommen.

Wenn keine erheblicheren Mengen von Gyps im Wasser vorkommen, wie dies bei den ostschweizerischen Wässern die Regel ist, so pflegt der Unterschied zwischen den Werthen 2 und 3 nur ein geringer zu sein. Sollte jedoch der Werth 3 gegenüber 2 auffällig hoch sein (unter Umständen kann er denselben übersteigen), so werden wir uns daran erinnern müssen, dass die kohlensaure Magnesia ebenso wie der Kalk auf Säure reagirt, dass sie aber ein viel geringeres Molekulargewicht (84 gegenüber 100) als der kohlensaure Kalk hat und daher die auf letzteren berechnete Zahl bei Gegenwart von Magnesia höher als der wirkliche Gehalt an Trockensubstanz ausfällt. Wenn solchergestalt der Verdacht entsteht, dass wirklich *erhebliche* Mengen von *Magnesia* zugegen sind, so werden wir die letztere quantitativ bestimmen müssen, was freilich nur auf dem gerade für diesen Fall ziemlich langwierigen Wege der Gewichtsanalyse angeht. Zum Glück ist dieser Fall nur selten und bei unseren Untersuchungen gar nicht eingetreten. Nur bei ganz ungewöhnlich grossen Mengen von Magnesia könnte wohl in hygienischer oder technischer Beziehung die Unterscheidung derselben von Kalk in's Gewicht fallen.

Die Bestimmung der Alkalinität des Wassers im Ganzen (d. h. Kalk und Magnesia zusammengenommen) hat den Vortheil, dass man dabei das *Aequivalent* der kohlensauren Erden, in Kalk ausgedrückt, bekommt und daraus die Einwirkung auf Seife, die Brauchbarkeit als Kesselspeisewasser, die zur Reinigung nach dem Clark'schen Verfahren nöthige Menge Kalk etc. direkt berechnen kann.

4. Reaktion auf Sulfate (Gyps). Man versetzt 50—100 cm^3 des Wassers mit einigen Tropfen Salzsäure und Chlorbariumlösung. Wenn sofort eine irgend erhebliche Trübung eintritt, so muss man eine quantitative Bestimmung vornehmen, deren Resultat in den Tabellen auf SO_3 berechnet ist. Gypsgehalt vermehrt die permanente Härte und ist namentlich unerwünscht für den Gebrauch des Wassers zur Speisung von Dampfkesseln. Eine leichte, etwa erst nach einiger Zeit sich einstellende Trübung ist nicht wesentlich, und wird als „Spuren von Sulfaten“ bezeichnet.

5. Reaktion auf Chloride (Kochsalz). Man versetzt 50—100 cm^3 des Wassers mit Salpetersäure und Silbernitratlösung, wodurch bei sonst reinen Wässern im ersten

Augenblicke gar keine Trübung oder doch nur eine äussers schwache Opalescenz einzutreten pflegt, welche sich erst nach einigem Stehen etwas verstärkt. Wenn eine stärkere Reaktion eintritt, so muss der Betrag des Chlors (welches in den Tabellen als *Cl* berechnet ist) unbedingt quantitativ bestimmt werden, denn wenn auch etwa vorhandenes Chlornatrium an sich gewiss völlig unschädlich ist, so kommt doch dasselbe in nicht verunreinigten Wässern fast immer in sehr geringen Mengen vor (mit aller Bestimmtheit gilt dies gerade von den in der Ostschweiz vorkommenden Wässern), und deutet daher das Vorhandensein grösserer Mengen auf die Möglichkeit einer Verunreinigung mit thierischen oder menschlichen Dejektionen (Urin). Dass man jedoch aus einem ungewöhnlich hohen Gehalte an Chloriden *für sich allein* einen solchen Schluss noch nicht zu ziehen berechtigt ist, braucht kaum erwähnt zu werden; wenn wirklich solche Dejektionen Eingang in das Wasser gefunden haben, so wird sich dies auch in den stickstoffhaltigen Bestandtheilen (s. unten) aussprechen müssen.

Weitere Bestimmungen anorganischer Bestandtheile eines Wassers anzustellen, halte ich für unnöthig. Namentlich gilt dies nach meiner Ansicht auch von den im Wasser aufgelösten *Gasen*. Dass die etwa vorhandene freie Kohlensäure oder gar der Stickstoff keinen hygienischen oder technischen Einfluss ausüben werden, liegt auf der Hand. Dagegen haben allerdings früher viele Chemiker Gewicht auf die Bestimmung des freien *Sauerstoffs* im Wasser gelegt, in der, freilich durchaus nur auf Hypothesen beruhenden Meinung, dass ein Wasser um so gesünder sei, je mehr freien Sauerstoff es enthalte, da die organischen Verunreinigungen des Wassers neben solchem nicht längere Zeit bestehen können. Seitdem aber zahlreiche Wasseruntersuchungen gezeigt haben, dass kein irgendwie nachweisbarer Zusammenhang zwischen der hygienischen Qualität eines Wassers und seinem Gehalte an freiem Sauerstoff besteht, dass vielmehr der letztere von äusseren Zufälligkeiten abhängt und gerade in den notorisch gesündesten Tiefbrunnen-Wässern ganz fehlt — seitdem ist man, wenigstens unter den deutschen Chemikern, von jener Werthschätzung einer Sauerstoffbestimmung im Wasser ganz zurückgekommen (vgl. z. B. F. Fischer's Chemische Technologie des Wassers, S. 88 und 139) und glaubte ich dieselbe als eine mindestens unnöthige, vermuthlich aber sogar irreleitende Komplikation der Untersuchung auslassen zu sollen.

Obwohl es nicht direkt zur Wasser-Analyse gehört, glaube ich mich doch an dieser Stelle über die in neuerer Zeit in England empfohlene, aber meines Wissens nach noch nirgends im Grossen ausgeführte „*Lüftung*" des Wassers behufs seiner sanitarischen Verbesserung aussprechen zu sollen. Es ist fraglos, dass die durch Analyse nachweisbaren organischen Stoffe ganz erheblich vermindert werden, wenn man das Wasser, z. B. durch Schütteln, gründlich mit Luft vermengt. Ebenso ist es allgemeine, wenn auch der Natur der Sache nach nicht direkt beweisbare Annahme, dass die im Wasser vorhandenen Krankheitskeime durch *längere* Berührung mit Luft unschädlich gemacht werden, dass also z. B. ein in seinem Oberlaufe verunreinigter Fluss in einer gewissen, immerhin aber *beträchtlichen* Entfernung von der Verunreinigungsstelle in seinem Unterlaufe ein unschädliches Trinkwasser ergeben kann. Darüber freilich, welche Dauer des Laufes dazu gehört, um die Verunreinigungen zu neutralisiren, gehen die Meinungen weit auseinander — von 3 oder 4 bis zu 50 und mehr Kilometern. Keinesfalls ist, trotz vieljähriger und allseitiger Ventilation dieser Frage, namentlich im Kreise englischer Chemiker, Hygieniker und Hydrotechniker, dieselbe genügend geklärt, und namentlich ist nie irgend welcher Nachweis dafür geliefert worden, dass jene natürliche „Selbstreinigung" der Flüsse durch noch so energische, aber kurz dauernde Behandlung des Wassers mit Luft ersetzt werden könnte. Sollte aber selbst durch solche energische Behandlung, wie längeres Schütteln einer kleinen Wasserprobe mit überschüssiger Luft, wirklich etwas Nützliches erreicht werden (was noch nicht erwiesen ist), so scheint es mir doch völlig aussichtslos, dies in der für den Grossbetrieb vorgeschlagenen Weise zu thun, nämlich dadurch, dass man das Wasser in einem Regen durch eine Kammer hindurchfliessen lässt, in welcher ein Luftstrom aufsteigt u. drgl. Bei dieser minimalen, nur augenblicklichen Berührung mit Luft werden die, nach allen Analogien vermuthlich sehr widerstandsfähigen Keime von Krankheitserregern kaum zerstört werden — vor allem solche, welche etwa der Zerstörung bei der unendlich länger dauernden, früheren Einwirkung der Luft in dem Seebecken entgangen waren. Gerade wir in Zürich, die wir, im Gegensatz zu der ungeheuren Mehrzahl anderer Orte, unser Wasser aus einem See, also nach sehr langer mechanischer Sedimentirung und chemischer Einwirkung der Luft schöpfen, haben am allerwenigsten Ursache, zuerst ein solches sehr zweifelhaftes Experiment mit nochmaliger Lüftung des Wassers im grossen Massstabe anzustellen, ehe anderweitige Erfahrungen darüber vorliegen, wenigstens wenn dadurch irgend erhebliche Mehrkosten in Anlage und Betrieb des Wasserwerkes involvirt werden.

6. Ein grösserer Gehalt des Wassers an **organischen Stoffen** macht sich häufig schon den Sinnen durch Trübung, Färbung, Geruch (namentlich beim Stehen) und Geschmack bemerklich. Ich brauche hierauf nicht näher einzugehen,

da Wässer, welche so etwas zeigen, von vornherein von unserer Betrachtung ausgeschlossen wären.

Eine eigentliche (genaue quantitative) Bestimmung der organischen Substanz im Wasser ist bekanntlich unmöglich, und man muss sich mit gewissen Anhaltspunkten dafür begnügen. Selbst wenn man aber genau angeben könnte, wie viel organische Substanz im Wasser vorhanden ist, so würde man immer noch im Dunkeln darüber sein, ob dies schädliche oder indifferente Stoffe sind. Nur so viel kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen, dass ein viel organische Substanz irgend welcher Art enthaltendes Wasser wohl ein besseres Nährsubstrat für die Vermehrung von Mikroben, als ein an organischer Substanz armes Wasser sein wird und dass man daher das letztere dem erstern vorziehen sollte.

Es ist schon oben gesagt worden, dass der „Glühverlust“ in keiner Weise als Maass für die organische Substanz angesprochen werden kann. Unter den vielen anderen dafür vorgeschlagenen analytischen Methoden gibt es keine einzige, welche man als wirklich zuverlässig ansehen könnte, selbst nicht die vielleicht beste, aber komplizirteste derselben, nämlich die von Frankland und Armstrong. Ich habe mich daher entschlossen, diejenige Methode beizubehalten, welche in Deutschland beinahe ausschliesslich angewendet wird, nämlich die Bestimmung der oxydirbaren Substanzen durch Titrirung in heisser saurer Lösung, genau nach der bekannten Vorschrift von Kubel, wobei zehn Minuten lang gekocht wurde. Diese Methode gibt mindestens ebenso brauchbare Resultate für die Beurtheiluug der Qualität eines Wassers, wie irgend eine der anderen und gewährt den Vortheil, dass wir die Resultate unmittelbar mit den vielen nach derselben Methode ausgeführten Analysen in Vergleichung stellen können. Wir drücken das Ergebniss in den Tabellen in konventioneller Weise als „Organische Substanz“ aus, indem wir das verbrauchte Chamäleon mit 5 multipliziren.

Weitaus wichtiger als eine Bestimmung der organischen Substanz im Ganzen ist nach allgemeiner Uebereinstimmung eine solche der im Wasser enthaltenen *Stickstoffverbindungen*, welche sicher in weit näherer Beziehung zu thierischen Dejektionen einerseits und zur Ernährung der Mikroben anderseits stehen. Leider fehlt es uns auch hier an einer wirklich zuverlässigen Bestimmungsmethode und die grosse Mehrzahl der deutschen Chemiker begnügte sich, namentlich früher, überhaupt damit, nur auf salpetrige Säure und Salpetersäure zu reagiren, von denen namentlich die Salpetersäure schon als letztes Zersetzungsprodukt jener Substanzen angesehen werden kann. Einige fügen allerdings auch noch eine Reaktion auf Ammoniak hinzu, aber oft nicht nach wirklich guten Methoden. Auch das Ammoniak ist aber schon ein Zersetzungsprodukt und zeigt nicht die noch unzersetzten organischen Stickstoffverbindungen an. In England und Amerika bedient man sich zur annähernden Ermittlung der letzteren sehr allgemein der Methode von Wanklyn, Chapman und Smith, welche die leichter zersetzbaren Substanzen dieser Art als „albuminoïdes Ammoniak“ angibt, und habe ich geglaubt, diese leicht und verhältnissmässig schnell auszuführende, in Deutschland bisher viel weniger ausgeübte Methode bei unseren Untersuchungen anwenden zu sollen, da sie entschieden brauchbare Anhaltspunkte zur Beurtheilung eines Trinkwassers ergibt, wenn sie mit Vorsicht gehandhabt und stets in Beziehung zu den anderweitigen Resultaten gebracht wird. Ich gehe nun zur Besprechung der einzelnen Bestimmungen über.

7. Salpetrige Säure. Die sehr scharfe Methode der Nachweisung von salpetriger Säure mittelst Jodkalium oder Jodzink und Stärke kann bekanntlich leicht zu Irrthum führen, und habe ich es daher vorgezogen, eine der neueren, auf Bildung von Azofarbstoffen beruhenden Methoden anzuwenden. Anfangs haben wir dazu das von Griess vorgeschlagene Metadiamidobenzol oder Diamidotoluol benutzt, später die noch viel schärfer reagirende Mischung von Sulfanilsäure und Naphtylamin, mit der man in der That die allerkleinsten Spuren von salpetriger Säure mit Sicherheit auffindet. In keinem der uns vorliegenden Fälle hat sich aber mehr als eine unbestimmbare Spur, in den meisten (selbst in vielen sonst verdächtigen) Wässern aber gar keine Spur von salpetriger Säure aufgefunden und vermag ich überhaupt nicht einzusehen, warum manche Chemiker gerade auf diesen Körper, als Nachweis für noch nicht vollendete Zersetzung der organischen Substanz, so viel Gewicht legen, da wir in dem Ammoniak und erst gar in dem albuminoïden Ammoniak viel unmittelbarere Zeugen davon besitzen. — Uebrigens hätten wir, wenn Veranlassung dazu gewesen wäre, die salpetrige Säure auf kolorimetrischem Wege ganz gut bestimmen können.

8. Salpetersäure wird regelmässig im Wasser aufgesucht, meist aber nach recht unzuverlässigen Methoden, besonders durch die Indigotitrirung, bestimmt. Sie zeigt an sich gar nicht mehr organische Substanz an, sondern beweist nur, dass solche früher vorhanden war, aber bereits vollständig oxydirt ist. Immerhin wird ein erheblichere Mengen von Salpetersäure haltendes Wasser darum verdächtig sein, weil gerade die Keime der Mikroben bekanntlich oft sehr widerstandsfähig sind und in solchem Wasser noch vorhanden sein können. Kleine Mengen von Salpetersäure finden sich dagegen erfahrungsmässig in sehr vielen, selbst in den gesündesten Wassern.

Eine wirklich genaue Bestimmung der Salpetersäure lässt sich doch nicht auf ganz einfachem und kurzem Wege erreichen; eine ungenaue Bestimmung aber ist schlimmer als gar keine. Es wurde daher vorgezogen, zunächst nur eine qualitative Reaktion auf Salpetersäure anzustellen und nur bei starker Reaktion (nachdem eine Vorprobe mit der Indigomethode mindestens 3 *mg* ergeben hatte), eine quantitative Bestimmung vorzunehmen, diese jedoch nach der zwar etwas umständlichen, aber sehr genauen Methode von Schlösing-Grandeau (Kochen der sauren Lösung mit Eisenchlorür und Messen des entwickelten Stickoxyds). Die qualitative Reaktion geschah neben einander mit Brucin und Diphenylamin. Von letzterem habe ich mich überzeugt, dass es bei richtiger Handhabung (namentlich in Gegenwart eines grösseren Ueberschusses von Schwefelsäure) gestattet noch $^1/_{1000}$ *mg* Stickstoff im Liter nachzuweisen. Je nach der Schätzung der Stärke der auftretenden Reaktionen ist in den Tabellen folgende Skala von Bezeichnungen angewendet: 1. leise Spur, 2. Spur, 3. schwache Reaktion, 4. deutliche Reaktion (oder auch: sehr wenig).

9. Freies Ammoniak nennen wir nicht das im eigentlichen Sinne freie NH_3 (welches in Trinkwasser wohl kaum je vorkommt), sondern das in Form von fertig gebildeten Salzen vorhandene, im Gegensatz zu dem erst bei der Analyse durch Zersetzung entstehenden „albuminoïden“ Ammoniak. Bekanntlich besitzen wir für Ammoniak und dessen Salze ein wunderbar scharfes Reagens in der von Nessler angegebenen Jodkalium-Quecksilberjodid-Lösung, welche sich auch zur quantitativen Bestimmung auf kolorimetrischem Wege vorzüglich verwerthen lässt, aber nur bei durchaus richtiger Behandlung. Ich habe dafür im Wesentlichen die Vorschriften von Wanklyn eingehalten, von deren Brauchbarkeit mich längere Erfahrung überzeugt hat, also Destilliren von je 500 cm^3 Wasser aus einer Retorte mit anfangs aufgebogenem Halse und „Nesslerisiren“ der ersten Destillate von je 50 cm^3. Wenn man 200 cm^3 abdestillirt hat, schreitet man

10. zur Bestimmung des **albuminoïden Ammoniaks,** indem man nach einiger Abkühlung eine stark alkalische Chamäleonlösung in die Retorte giesst, die Destillation von neuem beginnt und die Destillate wiederum in Portionen von je 50 cm^3 nesslerisirt. Um gute und konstante Resultate zu erhalten, muss man bei diesen beiden (vor allem bei der letzten) Bestimmungen skrupulös reinlich arbeiten und durch Nebenversuche sich überzeugen, dass das durch Nesslerisiren gefundene Ammoniak nicht aus den Reagentien, den Apparaten oder der Laboratoriumsluft stammt. — Wenn die gefundene Ammoniakmenge weniger als 0,01 *mg* betrug, wurde sie als „Spur“ bezeichnet.

Dies sind alle analytischen Bestimmungen, welche ich selbst bei Untersuchung frischer Wasserproben für nöthig halte. Wo es sich aber nur darum handelt, die Veränderungen des Wassers einer und derselben Quelle (z. B. des Seewassers) zu studiren, kann man die Bestimmungen der Mineralsubstanzen, also No. 1 bis 5, fortlassen, oder allenfalls nur, wenn man sich von der Identität des Wasserzuflusses (Gleichbleiben der Härte) überzeugen will, die so schnelle und genaue Titrirung No. 3 anstellen. Dagegen wird man die Proben 6—10 unter allen Umständen vornehmen, 7 und 8 jedoch meist nur qualitativ.

Für die Verwerthung der nach obigen Methoden gefundenen Resultate zur Gewinnung eines Urtheils über die Brauchbarkeit eines Trinkwassers sind einige der massgebenden Gesichtspunkte schon oben erwähnt worden. Die Mineralbestandtheile (ausser den Chloriden) dienen wesentlich zur Beurtheilung der Güte eines Wassers als Brauchwasser, denn als Trinkwasser kann ja selbst ein sehr hartes Wasser noch gut sein, wenn es auch jetzt fast allgemein als unbegründet angesehen wird, dass es für diesen Zweck dem weichen Wasser sogar vorzuziehen sei. Letzteres ist dagegen unbedingt dem ersteren zum Kochen, Waschen und für so gut wie alle gewerblichen Zwecke weit überlegen. Ein Wasser bis zu 15° Härte (französisch) werden wir als ein weiches, von 15—25° als ein mittelhartes, darüber als ein entschieden hartes bezeichnen.

Die Menge der Chloride dient uns nur als Anhaltspunkt für mögliche Verunreinigung mit thierischen Dejektionen, wie oben erwähnt. Einen sogenannten „Grenzwerth“, wie ihn verschiedene Chemiker aufstellen, vermag ich hier, wie auch sonst in den meisten Fällen nicht anzuerkennen; was in einer Lokalität, wo der Boden an sich chlorhaltig ist, noch völlig erlaubt ist, das kann und wird in einer andern (wie z. B. gerade bei uns, wo nicht verunreinigtes Wasser fast völlig chlorfrei ist) schon verdächtig sein; immer aber nur *verdächtig*, also nur mit den anderen belastenden Momenten, vor allen den Stickstoffverbindungen zusammen in Betracht zu ziehen.

Die „organische Substanz“, oder vielmehr das zur Oxydation verwendete Chamäleon, ist ein viel zu unsicheres Moment, um uns für die Beurtheilung des Wassers in erster Linie zu stehen, oder gar allein dafür zu dienen, wie es an manchen andern Orten geschehen ist. Gerade unsere Untersuchungen zeigen, dass man bei so einseitigem Verfahren den gröbsten Irrthümern ausgesetzt ist. Wir stellen auch hier keinen Grenzwerth fest, sondern werden nur etwa einen Gehalt von über 35 *mg* im Liter als auffällig gross ansehen.

Salpetrige Säure sollte ganz fehlen; wo sich kleine Spuren derselben gefunden haben, waren die anderen Verdachtsmomente ebenfalls stets vorhanden und ist also eine Spur salpetriger Säure schon als solches zu bezeichnen.

Salpetersäure in mehr als Spuren anwesend, also in deutlich bestimmbarer Weise, ist bei unsern Wässern schon als verdächtig anzusehen; erheblich wird aber der Verdacht erst, wenn die Menge der Salpetersäure über 5 *mg* steigt, wo fast immer auch die anderen Verdachtsmomente mit auftreten. Wo bei unseren Tabellen nur qualitative Reaktionen für Salpetersäure angeführt sind, ist jedenfalls nicht über 4 *mg* $N_2\,O_5$ pro Liter anwesend.

Ammoniak (freies) sollte stets nur in ganz geringen Spuren anwesend sein; irgend grössere Mengen davon (etwa mehr als 0,02 *mg*) geben schon ein Verdachtsmoment, jedenfalls wenn irgend erheblichere Mengen im albuminoïden Ammoniak gefunden werden, etwa 0,05 *g* des letzteren. Auf letzteres, welches die noch unzersetzten stickstoffhaltigen organischen Bestandtheile, wenn auch nur unvollkommen, anzeigt, ist natürlich grosses Gewicht zu legen.

Zum Beschlusse dieses allgemeinen Theiles möchte ich mir einige Bemerkungen über die Geltung erlauben, welche die chemische Untersuchung eines Trinkwassers gegenüber der mikroskopischen und geologischen nach meiner Ansicht beanspruchen kann. Während früher nach gewöhnlicher Annahme die chemische Analyse (deren Methoden damals noch viel weniger als jetzt entwickelt waren!) als völlig genügend zur Entscheidung über die Qualität eines Trinkwassers angesehen wurde, ist man von dieser Ueberschätzung in neuerer Zeit zurückgekommen, und vielleicht in der Reaktion etwas zu weit gegangen. Ich für meinen Theil muss gestehen, dass gerade die gründlichen mikroskopischen und geologischen Arbeiten, welche von Mitgliedern unserer Kommission angestellt worden sind, im Vergleich mit den chemischen Analysen meine früher ziemlich niedrige Werthschätzung der letzteren entschieden gehoben haben. Auf einer Seite hat es sich in einer überwiegenden Mehrzahl von Fällen herausgestellt, dass da, wo der Mikroskopiker und der Geologe Veranlassung zur Beanstandung eines Wassers fanden, auch der Chemiker zu einem ähnlichen Resultate gekommen war; auf der anderen Seite scheint es sich zu zeigen, dass auch die mikroskopische Untersuchung des Wassers nach den neuesten bakteriologischen Methoden, mit Zählungen, Kolbenversuchen, Plattenversuchen und Kulturversuchen aller Art, nichts weniger als absolute Sicherheit in der Beurtheilung zu gewähren vermag — schon darum, weil wenige Stunden, sicher aber ein Tag Aufenthalt zwischen der Fassung und der mikroskopischen Untersuchung des Wassers ganz enorme Unterschiede in der Zahl der Bakterien zu Tage fördern kann. Dazu kommt, dass nach dem Ausspruche der ersten Autoritäten wirkliche Krankheitskeime bis jetzt überhaupt noch nie mit Sicherheit im Wasser aufgefunden worden sind (etwa mit Ausnahme jener bekannten Cholera-Tanks bei Calcutta), dass dieselben also bei der mikroskopischen Durchforschung des Wassers, wenn überhanpt mit unseren Mitteln sichtbar, unter den unzähligen unschuldigen Mikroben der Beobachtung entgehen. Daher kann auch den Medizinern eine spezielle Berechtigung zu Urtheilen über die Qualität eines Wassers selbst in mikroskopischer Beziehung nicht zugestanden werden, denn die Krankheits-Mikroben, mit welchen sie durch ihre Praxis vertraut werden, kann man ja eben im Trinkwasser nicht auffinden.

Ohne meinem verehrten Kollegen, Herrn Professor Dr. Cramer, welcher das Gebiet der Mikro-Organismen in so vollkommener Weise beherrscht, vorgreifen zu wollen, glaube ich doch meine Meinung aussprechen zu sollen, dass die bakteriologische Untersuchung des Wassers, so sehr man ihre Unentbehrlichkeit betonen muss, für sich allein *mindestens* in demselben Grade wie die alleinige chemische Untersuchung zu Irrthümern führen kann, dass also beide mit einander und vor allem auch mit einer lokalen geologischen Untersuchung kombinirt werden *müssen,* wie es ja auch bei den Arbeiten unserer Kommission durchweg geschehen ist. Den Urtheilen solcher, welche mit Beiseitelassung chemischer Analysen sich allein auf mikroskopische Untersuchungen stützen, wird daher eine Geltung überhaupt nicht beizumessen sein, ohne dass wir auf eine Diskussion über die Genauigkeit der angewendeten Methoden einzutreten brauchen.

II. Spezieller Theil.

Die Ergebnisse der 151*) bis zum Abschlusse dieses Berichtes von Herrn Stadtchemiker Bertschinger angestellten Wasseranalysen sind in den beifolgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt. Die Analysen sind nach dem von mir aufgestellten Schema gemacht worden und ich glaube nach eigener Beobachtung und nach den Resultaten einiger Kontrolbestimmungen versichern zu können, dass die Arbeiten des Herrn Bertschinger mit aller Sorgfalt und Geschicklichkeit angestellt waren und volles Vertrauen verdienen.

Ich habe die Analysen in zusammengehörige Gruppen geordnet, in Uebereinstimmung mit den anderen Mitgliedern unserer Kommission, und wo es einen Sinn hatte, die Mittelzahlen aus denselben abgeleitet.

Die Analysenresultate habe ich auf graphischem Wege besser zu veranschaulichen gesucht, und werde meine Betrachtungen an diese Darstellungen anknüpfen. Tafel VI zeigt für das See- resp. Brauchwasser die Mengen von organischer

*) Im „Nachtrage" sind weitere Analysen gegeben, welche aber in den graphischen Darstellungen nicht mehr berücksichtigt werden konnten ausser in Tafel VII.

Substanz, von freiem und albuminoïdem Ammoniak, und zwar verbinden die ausgezogenen Linien stets die Durchschnitte, die gebrochenen Linien die Maximalgehalte der Analysen der betreffenden Gruppe. Diese Gehalte sind auf den senkrechten Linien aufgetragen, während die wagrechten Abstände des See- resp. Limmatwassers die Horizontalabstände der Auffangungsstellen repräsentiren, mit Ausnahme der Stelle zwischen Zollikon und Bendlikon.

Fassen wir zuerst das Seewasser in's Auge, so finden wir Resultate, welche uns theilweise sehr überraschen würden, wenn wir nicht den Einfluss der Baggerarbeiten bei Wollishofen und der damals noch ausgeführten Baggerarbeiten am rechten Widerlager der Quaibrücke berücksichtigen müssten. Am gelindesten spricht sich dies in der „Organischen Substanz", d. i. den durch Chamäleon oxydirbaren Substanzen aus,*) die Schwankungen bewegen sich hier innerhalb der gewöhnlichen Grenzen; nur bei dem rechten Brücken-Widerlager ist, wie zu erwarten, ein erheblicheres Ansteigen zu bemerken, während ich den hohen Betrag bei der Seemitte zwischen Zollikon und Bendlikon, wofür auch nur zwei Beobachtungen vorliegen, für zufällig halten möchte. Von da aber vermindert sich der Durchschnitt der organischen Substanz ein wenig beim Weiterströmen der Limmat, aber das Maximum bleibt stationär, und ist auf jene minime Minderung nichts zu geben. Dagegen findet sich ein sehr deutliches Absteigen nach der Filtration, was man bei der Beschaffenheit des jetzigen Filters, welche die Annahme einer Oxydation innerhalb desselben ausschliesst, auf ein mechanisches Abseihen der im Wasser suspendirten organischen Substanzen und kleinen Organismen zurückführen muss. Das dem Hahne entnommene Brauchwasser gibt noch weniger organische Substanz, doch liegt hier nur eine Analyse vor und ist also kein giltiger Schluss hieraus zu ziehen.

Das „freie Ammoniak"**) ist entsprechend den Baggerungen in der Gegend von Wollishofen stärker als oberhalb oder unterhalb vertreten. Sein Maximum erreicht es an der Stelle 100 *m* oberhalb der Brücke, doch wird dies ungünstige Resultat nur durch *eine einzige* Beobachtung (die vom 30. September) veranlasst und ergibt die einzige andere Beobachtung einen Normalgehalt. Man dürfte hier um so bestimmter einen Zufall annehmen, als die Beobachtungen bei 200 *m* und 80 *m* weit niedrigere Resultate ergaben, und darf also aus dem ungünstigen Verlauf der Kurve für 100 *m* durchaus keine absprechenden Schlüsse für diese Stelle ziehen; aber freilich gibt auch das albuminoïde Ammoniak Anlass zu Bedenken (s. u.). Die Filtration vermindert das freie Ammoniak in merklichem Grade, ohne es ganz zu entfernen; dass man auf diese Verminderung kein allzu grosses Gewicht legen darf, geht daraus hervor, dass das *Maximum* nach der Filtration dasselbe wie weiter oben ist.

Das „albuminoïde Ammoniak" nimmt entsprechend den Baggerungen bei Wollishofen etwas zu, steigt bei dem Punkte 200 *m* oberhalb der Brücke herab und zeigt dann zwei plötzliche Hebungen. Die erste derselben, bei 100 *m* oberhalb der Brücke, beruht zwar nur auf zwei Beobachtungen, und es wird ihr durch die schon 20 *m* weiter unten folgende starke Senkung widersprochen, aber ganz an einen Zufall zu glauben vermag ich in diesem Falle nicht, da eben die einzigen beiden Beobachtungen ziemlich stimmen und auch der Salpetergehalt stärker als sonst ist; vielleicht findet (oder fand) doch an dieser Stelle eine lokale Verunreinigung statt. Wenn es (was allerdings nicht der Fall ist) in Frage stände, das Wasser gerade in der Nähe dieser Stelle zu schöpfen, so müssten unbedingt noch erheblich mehr Beobachtungen daselbst angestellt werden. Das zweite Maximum am rechten Widerlager der Quaibrücke erklärt sich von selbst, von da sinkt das albuminoïde Ammoniak auf dieselbe Höhe wie oberhalb der Brücke, und nimmt durch die Filtration sehr erheblich ab — ganz selbstverständlich, da es zum grossen Theile von suspendirten organischen Stoffen und Organismen stammt.

Auf dem eben beschriebenen Wege bekommen wir doch noch keine hinreichend sichere Vorstellung von den Vorzügen oder Nachtheilen der verschiedenen Wässer. Eine solche könnten wir nur durch gleichzeitige Vergleichung aller in Betracht kommenden Momente gewinnen, was aber ungemein grosse Schwierigkeiten darbietet. Wenn es sich nur darum handelt, einige wenige Wässer mit einander zu vergleichen, so wird der geübte Chemiker durch einen Ueberblick der verschiedenen Resultate gleichsam instinktiv ein ziemlich sicheres Urtheil gewinnen, da er sich des grösseren oder geringeren Werthes der einzelnen Indizien ziemlich gut bewusst ist. Wo aber so viele Proben vorliegen, wie im vorliegenden Falle, ist ein solcher Ueberblick ganz unmöglich, und man muss wohl oder übel zu Methoden greifen, deren Unvollkommenheit Niemand mehr als Schreiber dieses fühlt. Ich habe den Versuch gemacht, für jedes in Betracht kommende Wasser einen Faktor dadurch zu konstruiren, dass ich die Resultate der vier wichtigsten Bestimmungen als Längen auftrage, wobei man aber natürlich für jede Art der Bestimmungen eine gewisse Einheit wählen muss, je nach dem Masse von Wichtigkeit, welches man ihr zumisst. Die auf Tafel V dargestellten Längenfaktoren sind in folgender Weise ent-

*) Auf der Tafel VI entspricht eine Höhe von 5 *mm* je einem Milligramm „Organische Substanz" pro Liter.

**) Auf der Tafel ist je 0,001 *mg* Ammoniak (freies oder albuminoïdes) durch 1 *mm* Höhe ausgedrückt.

standen. Zunächst der Basislinie sind die „organischen Bestandtheile", d. h. die Oxydirbarkeit durch Chamäleon mit rother Farbe in der Art aufgetragen, dass je 1 *mg* „organische Substanz" (d. i. $^{1}/_{5}$ *mg* verbrauchtes Chamäleon) im Liter Wasser durch 1 *mm* Länge ausgedrückt ist. Dann folgt das „freie Ammoniak", ausgedrückt in blauer Farbe durch je 1 *mm* Länge für je 0,001 *mg* NH_3 (eine „Spur" durch 5 *mm*). Darauf folgt das „albuminoïde Ammoniak", ausgedrückt in gelber Farbe durch je 1 *mm* Länge für je 0,002 NH_3. Endlich folgt die Salpetersäure, ausgedrückt in brauner Farbe in folgender Weise: „leise Spuren" durch 5 *mm*, „Spur" durch 10 *mm*, „schwache Reaktion" durch 15 *mm*, „deutliche Reaktion" oder „sehr wenig" durch 20 *mm*; *) bei quantitativer Bestimmung: 5 *mm* für jedes *mg* N_2O_5 per Liter. Ich habe versucht in dieser Weise der relativen Bedeutung der einzelnen Bestimmung einigermassen gerecht zu werden, mache mir aber keine Illusionen über den dadurch erzielten Grad von Zuverlässigkeit und verwahre mich bestimmt dagegen, dass die erzielten Summen-Linien ein wirkliches absolutes Mass für den Grad der Verunreinigung des Wassers abgeben sollen. Ich sehe sie nur als eine, in Ermangelung eines Bessern als Nothbehelf dienende und bei sachgemässer Anwendung immerhin brauchbare Veranschaulichung der Analysenresultate an. Man wird sie als solche innerhalb der bezeichneten Grenzen um so mehr gelten lassen können, als ja im besten Falle die sämmtlichen Resultate der genauesten chemischen Analyse ebenfalls keinen absolut sicheren Schluss auf die Qualität eines Wassers zu ziehen gestatten. Diese Längenfaktoren dürften am Ende nicht viel weniger Werth besitzen, als die ja ebenfalls von vielen störenden Umständen abhängigen Bakterienzählungen u. dgl., welche doch auch nichts weniger als absolute Güte-Messer für ein Wasser sind.

Betrachten wir nun, an der Hand unserer graphischen Darstellung und selbstredend mit steter Rücksichtnahme auf die Einzel-Analysen, die verschiedenen Wässer.

I. Wäggithal. Die beiden Quellen dieser Gruppe stellen sich sehr ungünstig, in der That schlechter als fast alle anderen, nicht notorisch verunreinigten, nämlich mit dem Faktor 127 für das Fläschloch und 111 für das Hundsloch. Genaueres ist hierüber in dem Spezial-Berichte Nr. 8 gesagt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Proben bei sehr ungünstigem Wetter gezogen wurden, und ist es ganz sicher, dass im Winter und im ersten Frühjahr diese Quellen viel reiner sein werden; aber für die Versorgung mit Trinkwasser kommt natürlich gerade nur das schlechteste erhaltene Resultat in Betracht, denn eine einmalige Infektion des Wassers genügt ja zur Hervorrufung einer Epidemie. Die Resultate der Analyse des „Schaums" beider Quellen sind so schlecht, dass sie sich gar nicht in dem Massstab unserer graphischen Vergleichung darstellen liessen.

III. Mittleres Sihl- und Lorze-Gebiet. Diese Quellen sind sehr ungleich. Während die Sihlsprungquelle zu den besten gehört (Faktor 39), was auch mit dem geologischen Befund übereinstimmt, und das Sittli mit 57 immer noch einen guten Rang einnimmt, ist die Haslaubquelle mit 93 als mittelmässig und die Schwellbühlquelle mit 118 als entschieden ungünstig zu bezeichnen. Bei letzterer ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Wasser dort nicht rein aus der Quelle gefasst werden konnte, da diese aus dem Grunde eines Torfbeckens von ca. 60 *m* Durchmesser verdeckt herauskommt und erst dessen Abfluss aufgesammelt werden konnte. Das Sammelgebiet ist in geologischer Beziehung günstig, und richtig gefasst würde diese Quelle jedenfalls viel besser sein.

IV. Gebiet des Sihlwalds und Unter-Albis bis Schattli. Die untersuchten Quellen zeigen alle in chemischer Beziehung nichts Auffallendes. Der Durchschnitt mit dem Faktor 64 ist ein günstiger zu nennen, und die Abweichungen nach oben und unten sind nicht gross. Die Proben wurden alle in den Wintermonaten (vom November bis Januar) entnommen und sollte desshalb, wenn man auf dieses Gebiet zur Verbesserung der Trinkwasserversorgung zurückkommen sollte, eine neue Analysenreihe zu ungünstigerer Jahreszeit angestellt werden.

VII. Nordabhang der Albiskette. Die einzige untersuchte Quelle im Loch zu Birmensdorf zeigte sich natürlich im Januar ungleich reiner als im September. Der Durchschnitt ist recht günstig: 58; übrigens kommt auch auf den September nur 68.

VIII. Ostabhang des Dietikerberges. Diese Quellen sind sämmtlich gut gefunden worden; doch liegen nur Winter-Analysen (vom November bis Januar) vor.

XI. Gebiet des Glattthals. Am wenigsten günstig stellen sich die Quellen bei Kloten und Opfikon; die übrigen (um Brüttisellen etc.) sind gut; etwas weniger die zu Volketsweil. Der Durchschnitt stellt sich auf 64, fast gleich mit unserem filtrirten Brauchwasser. Wenn man jene schlechteren Quellen ausfallen liesse, oder aber dieselben durch bessere Fassung reiner halten könnte, so liesse sich von hier vermuthlich gutes Trinkwasser bekommen. Die Analysen stammen fast alle aus der ersten Hälfte des Oktober, und wäre auch hier eine Ergänzung durch weitere Proben bei schlechtem Wetter nöthig.

*) Dies ist die von Herrn Stadtchemiker Bertschinger eingehaltene Stufenleiter der Bezeichnung der Stärke der Reaktion in den Fällen, wo keine quantitative Bestimmung gemacht wurde.

XII. Kemptthalgebiet. Die eine untersuchte Quelle ist mässig gut.

Grundwasser des Sihlfelds. Ein einziger der untersuchten Sodbrunnen zeigte gutes, mehrere andere nur mittelmässiges, vier derselben sehr schlechtes Wasser. Eine Benutzung dieses Wassers zur Trinkwasser-Versorgung scheint mir ganz ausgeschlossen.

Von der Stadt Zürich schon jetzt benutzte Quellen. Von den verschiedenen Leitungen zeigten sich gut die von Albisrieden, Hirslanden, Wylhof. Mittelmässig war das Gesammtresultat für die Hottinger Leitung (92); aber dies kommt vermuthlich nur von dem schlechten Wasser der Sammler U 1 und U 2, welches den Faktor 150 zeigte, während die Sammler O und W mit dem Faktor 34 ein ausnehmend günstiges Resultat ergeben (alle Proben waren zu gleicher Zeit erhoben worden). Erheblich schlechter zeigte sich die Alt-Spital-Leitung (167) und die Seefeld-Leitung (220), beides durch hohen Gehalt an Salpetersäure veranlasst. Sehr lehrreich war die nähere Untersuchung der Leitung vom Flunterner Hinterberg, welche am 18. September durch ihr ungünstiges Resultat (112) dazu Veranlassung gegeben hatte. Dabei stellte sich heraus, dass von den 12 untersuchten Sammlern nur einer der schuldige Theil war, mit dem enormen Faktor 270, grösstentheils durch Salpetersäure veranlasst. Durch Ausschliessung dieses einen Sammlers würde man vermuthlich jene Leitung bedeutend verbessern. Ebenso sollten die Seefeld- und die Alt-Spital-Leitung ausser Gebrauch gesetzt werden, wenn weitere Analysen die bisherigen bestätigen.*) Freilich müssten *alle* Quellen, und zwar zu verschiedenen Zeiten untersucht werden, um diese Sache auf ganz sichern Fuss zu setzen.

See-, Limmat- und Brauchwasser (vide Tafel VII). Das *unfiltrirte* Seewasser steht in chemischer Beziehung doch entschieden vielen der untersuchten Quellen nach, vielen anderen allerdings voran. Dabei ist freilich zu berücksichtigen, einmal, dass die Baggerungen das Seewasser nothwendigerweise abnorm verunreinigt haben müssen, zweitens, dass das unfiltrirte Seewasser eine zum Theil schon mit blossem Auge sichtbare Fauna enthält, welche durch die chemische Analyse als „Verunreinigung“ nachgewiesen wird. Bei Betrachtung der Einzelanalysen zeigt es sich, dass gewöhnlich das dicht über dem Grunde entnommene Wasser etwas unreiner, als das höher entnommene ist. Freilich ist die Zahl der Analysen an diesen Stellen (aus der Seemitte) nicht gross und öftere Wiederholungen wären wünschenswerth, aber erst nach dem (jetzt unmittelbar bevorstehenden) Aufhören der Baggerungen. Ganz erheblich besser ist aber das *filtrirte* Seewasser, das Brauchwasser, und es würde noch besser aussehen, wenn nicht der ganz exzeptionell hohe Gehalt der Probe vom 8. Januar 1885 an freiem Ammoniak das Gesammt-Resultat merklich beeinflusste. So unvollkommen auch die jetzige Art der Filtration genannt werden muss, so reicht sie doch augenscheinlich schon hin, um die suspendirten organischen Stoffe und die See-Fauna grossentheils zu entfernen. Die vom September bis Ende Januar regelmässig fortgesetzten Untersuchungen des Brauchwassers zeigen, dass dasselbe schon jetzt mit den besseren Quellen auf einer Stufe in Beziehung auf chemische Reinheit steht. Mit Einführung einer gründlicheren Filtration und nach dem Aufhören der Baggerarbeiten muss sich die Reinheit des Brauchwassers nothwendigerweise noch erhöhen. Die Entnahme desselben aus der Seemitte, Fortleitung in dichten eisernen Röhren und Reinigung durch hinreichend grosse, gut zugängliche und stets in Bezug auf ihre Wirksamkeit überwachte Filter scheint die grösstmöglichen Garantieen gegen die Aufnahme und Entwicklung von mikroskopischen Krankheits-Erregern zu bieten — weit mehr, als wir selbst bei gut gefassten und sonst reinen Quellen erwarten dürfen, welche weit mehr Zufälligkeiten ausgesetzt sind. Ich glaube daher, und weil das Seebecken nach sonstigen allgemeinen Erfahrungen als unschätzbarer natürlicher Reinigungsapparat wirken muss, das Seewasser in die erste Linie stellen zu sollen. Als Brauchwasser ragt es ohnehin durch seine Weichheit über alle sonst in Betracht kommenden Quellen (wenn wir von den ja sonst ganz ausser Betracht fallenden Wäggithal-Quellen absehen) weit hervor. Als Trinkwasser ziehen viele härteres Wasser vor, aber vermuthlich ist das nur ein Vorurtheil, zusammenhängend mit der meist niedrigeren Temperatur härterer Quellwässer; denn manche der berühmtesten Trinkwässer, z. B. dasjenige von Glasgow, sind viel weicher, als das Züricher Wasser. Immerhin muss die Ergänzung des bestehenden Quellwasser-Trinkbrunnen-Netzes und dessen Ausdehnung auf die Ausgemeinden dringend befürwortet werden, schon als Reserve und für die wärmere Jahreszeit. Welche Quellen hiefür heranzuziehen seien, lässt sich erst entscheiden, wenn weitere Analysen aus anderen Jahreszeiten vorliegen.

*) Die Alt-Spitalleitung wird schon längst nicht mehr benutzt.

Tabellen

über die chemischen Untersuchungen von Wasserproben.

a) Quell- und Grundwasser.

Datum der Probenahme	Lokalität	Feste Bestandtheile mg pro l	Glührückstand mg	Organ. Substanzen mg	Freies Ammoniak mg	Album. Ammoniak mg	Salpetrige Säure mg	Salpetersäure als N_2O_5 mg	Chloride als Cl mg	Sulfate als SO mg	Alkalinität in franz. Härtegraden
	I. Wäggithal.										
27. Juli 84	1. Fläschlochquelle … … … … …	126	103	38.7	0.040	0.060	0	deutlich	Spur	Spur	10.75
13. Aug. 84	„ … … … … …	—	—	—	0.050	0.050	0	„	„	„	10.4
14. „ 84	„ … … … … …	—	—	—	0.030	0.040	0	„	—	—	9.6
15. „ 84	„ … … … … …	125	107	49.8	0.040	0.080	0	„	Spur	Spur	10.5
16. „ 84	„ … … … … …	—	—	—	0.020	0.050	0	„	—	—	10.15
	Mittel …	—	—	44.2	0.036	0.056	0	deutlich	—	—	—
16. „ 84	Fläschlochquelle, Schaum … …	162	107	124.0	0.270	0.560	0	deutlich	Spur	Spur	10.75
27. Juli 84	2. Hundslochquelle … … … … …	124	100	31.4	0.040	0.040	0	„	„	„	10.5
16. Aug. 84	„ Schaum … … …	—	—	91.1	0.130	0.220	0	„	„	—	—
	III. Mittleres Sihl- u. Lorzegebiet.										
2. Okt. 84	2. Sittliquelle … … … … … …	261	252	15.0	0.016	0.030	0	Spur	Spur	ganz wenig	23.87
5. „ 84	5. Schwellbühlquelle (Saarthal) … …	272	259	29.1	0.046	0.044	0	deutlich	„	„	26.0
1. „ 84	8. Haslaubquelle … … … … … …	293	272	27.0	0.018	0.056	0	„	„	„	27.37
3. „ 84	10. Sihlsprungquelle … … … … …	282	263	10.5	Spur	0.028	0	Spur	„	„	27.05
4. „ 84	12. Quelle an der Neuheimerstrasse …	—	—	—	0.020	0.034	0	„	„	—	26.75
	Mittel …	—	—	20.4	0.020	0.038		—	—	—	—
	IV. Sihlwald u. Albisgebiet.										
10. Nov. 84	4. Tugsteinkopf … … … … … …	312	298	17.55	0.027	0.032	0	Spur	Spur	Spur	29.50
16. Jan. 85	„ … … … … … …	300	288	22.35	0.036	0.016	0	„	„	„	28.75
10. Nov. 84	5. Alter Bodmenbrunnen, Rengg …	379	357	12.29	0.024	0.026	0	deutliche Spur	deutlich	„	34.50
10. „ 84	6. Sennhütte Rengg … … … …	358	333	20.68	0.012	0.018	0	Spur	schwach	„	33.75
16. Jan. 85	„ „ … … … …	377	348	13.41	leise Spur	0.015	0	starke Reaktion	starke Sp.	„	34.50
16. „ 85	9. Vogts (Ober-Albis) … … …	333	320	17.88	Spur	0.016	0	deutl. Spur	deutl. Spur	„	31.50
16. „ 85	11. Unter-Albis … … … … … …	311	281	19.37	0.035	0.015	0	starke Sp.	Spur	ganz wenig	29.00
4. Nov. 84	12. Schattli, Schweizertobelquelle …	251	229	14.25	0.024	0.018	0	Spur	„	Spur	22.75
	Mittel …	—	—	17.2	0.022	0.019		—	—	—	—
	VII. Nordabhang der Albiskette.										
30. Sept. 84	2. Birmensdorf (Loch) … … …	347	325	13.55	0.024	0.040	0	Spur	wenig	wenig	30.60
16. Jan. 85	„ „ … … …	339	308	11.92	leise Sp.	0.020	0	stärkere Reaktion	stärker	„	30.25
		—	—	12.7	0.015	0.030		—	—	—	—
	VIII. Ostabhang des Dietikerberges.										
8. Nov. 84	1. Kindhausen, untere Quelle … …	311	294	21.42	0.022	0.026	0	Spur	Spur	Spur	29.25
16. Jan. 85	„ „ „ … …	318	297	17.88	0.032	0.024	0	„	„	ganz wenig	29.25
8. Nov. 84	3. Schlossrain … … … … … …	277	266	18.70	0.016	0.024	0	„	„	deutlich	26.50
8. „ 84	4. Laubibrunnen, Röhrenmoos … …	286	270	18.90	0.018	0.030	0	„	„	Spur	26.75
16. Jan. 85	5. Bollenhof … … … … … …	289	271	19.37	leise Sp.	0.022	0	deutlich	„	sehr wenig	25.75
	Mittel …	—	—	19.2	0.019	0.025		—	—	—	—
	XI. Glattthalgebiet rechts der Glatt.										
10. Okt. 84	4. Goldenes Thor … … … … …	328	313	19.55	0.042	0.040	0	Spur	schwach	wenig	30.25
10. „ 84	5. Brunnbach … … … … … …	345	322	16.35	0.020	0.050	0	5.2	8.52	stark	30.75
8. „ 84	8. Dorfquelle, Opfikon … … … …	345	326	17.38	0.035	0.033	0	Spur	deutlich	wenig	31.50
11. „ 84	10. „Im Bächli“ bei Bassersdorf… …	340	322	18.10	Spur	0.020	0	3.6	schwach	„	30.25
11. „ 84	12. Eichmühle, Bassersdorf … …	345	329	13.15	„	0.028	0	Spur	„	„	31.00
11. „ 84	13. Beim Dorf Baltensweil … … …	332	315	14.22	0.018	0.040	0	„	deutlich	„	30.50
10. „ 84	14. Neunbrunnen, Baltensweil … …	303	282	15.80	Spur	0.015	0	deutlich	schwach	„	27.75

Datum der Probenahme	Lokalität	Feste Bestandtheile *mg* pro *l*	Glührückstand *mg*	Organ. Substanzen *mg*	Freies Ammoniak *mg*	Album. Ammoniak *mg*	Salpetrige Säure *mg*	Salpetersäure als N_2O_5 *mg*	Chloride als Cl *mg*	Sulfate als SO *mg*	Alkalinität in franz. Härtegraden
10. Okt. 84	16. Brüttisellen	299	277	17.90	0.018	0.036	0	Spur	schwach	wenig	27.37
11. „ 84	17. Dorf Wangen (hinter der Kirche)	276	258	9.88	0.016	0.030	0	„	„	„	25.150
8. Nov. 84	19. Volketsweil	342	319	19.20	0.020	0.034	0	deutlich	7.45	deutlich	29.75
	Mittel ...	—	—	16.15	0.018	0.033		—	—	—	—
	XII. Kemptthalgebiet.										
12. Nov. 84	2. Fehraltorf, südlich vom Dorf ...	324	303	18.70	0.026	0.034	0	Spur	Spur	Spur	30.75
	Grundwasser.										
27. Aug. 84	1. Sihlfeldgebiet:										
27. „ 84	Bahnhofplatz, Café du Nord	198	176	32.2	0.030	0.040	0	Spur	ganz wenig	ganz wenig	16.75
27. „ 84	Färberei Fierz, Aussersihl	286	264	33.7	0.020	0.050	0	2.4	11.36	wenig	22.00
1. Nov. 84	Friedhof Enge	471	445	31.3	0.120	0.105	0	Spur	schwach	schwach	45.00
1. „ 84	Papierfabrik, oberer Sood, No. 1	193	182	24.2	0.030	0.066	0	„	„	„	16.75
25. „ 84	„ No. 89	225	199	20.22	0.014	0.034	0	„	deutlich	„	19.25
25. „ 84	„ Pumpstation Sihlseite	212	194	21.55	0.019	0.038	0	„	Spur	„	19.00
1. „ 84	Brauerei Uto, Eisfabrik	378	353	11.35	0.040	0.050	0	deutlich	13.42	deutlich	34.25
1. „ 84	Säge Walder, Wiedikon	282	263	14.25	0.036	0.056	0	Spur	schwach	schwach	26.00
25. „ 84	Sood No. 81, Backsteinfabrik Birmensdorferstrasse	389	375	12.92	0.016	0.018	0	„	„	Spur	37.25
25. „ 84	Centralschulhaus, Langstrasse, Aussersihl	368	339	14.36	0.020	0.025	0	19.37	11.50	deutlich	27.25
25. „ 84	Sood No. 61, untere Hardau ...	628	527	24.40	0.016	0.081	0	51.84	44.70	17.17	37.00
	Mittel ...	—	—	21.7	0.033	0.051		42	—	—	—
	Von der Stadt schon benutzte Quellen.										
18. Sept. 84	1. Albisrieder Leitung	362	345	20.55	Spur	0.030	0	Spur	Spur	wenig	34.37
18. „ 84	2. Flunterner Hinterberg-Leitung ...	422	397	34.45	0.020	0.040	0	7.2	13.92	„	36.25
19. Okt. 84	do. Quelle G	—	—	17.08	0.012	0.044	0	Spur	schwach	sehr wenig	38.25
19. „ 84	do. „ H_1	—	—	14.23	Spur	0.028	0	„	„	„	37.00
19. „ 84	do. „ H_2	—	—	17.08	leise Sp.	0.040	0	„	„	wenig	36.00
19. „ 84	do. „ H_3	—	—	17.08	Spur	0.034	0	„	„	sehr wenig	35.25
19. „ 84	do. „ I_1 —	—	—	10.70	0.018	0.028	0	„	Spur	„	35.75
19. „ 84	do. „ K_3	—	—	15.65	Spur	0.030	0	„	schwach	„	36.25
19. „ 84	do. „ L	—	—	14.25	0.020	0.040	0	„	„	wenig	36.50
19. „ 84	do. „ M_1	—	—	13.05	Spur	0.042	0	6.0	wenig	„	35.75
19. „ 84	do. „ O_1	625	558	19.00	0.016	0.070	0	40.4	39.86	28.65	40.50
19. „ 84	do. „ S	—	—	13.05	0.016	0.034	0	Spur	schwach	wenig	34.25
29. Dez. 84	do. Schlösslirevier G	—	—	18.85	Spur	0.030	0	deutlich	12.78	deutlich	36.75
29. „ 84	do. Sammler S	—	—	16.65	0.018	0.034	0	4.7	13.49	„	33.75
	Mittel von No. 2 ...	—	—	17.0	0.014	0.038		30	—	—	—
16. „ 84	4. Hottinger Leitung, Sammler O ...	—	—	13.50	Spur	0.024	0	leise Sp.	deutlich	deutlich	36.25
16. „ 84	„ „ „ U_1 ...	—	—	16.05	„	0.040	0	22.3	17.04	„	35.10
16. „ 84	„ „ „ U_2 ...	—	—	22.55	„	0.044	0	19.3	16.33	„	35.75
16. „ 84	„ „ „ W ...	—	—	10.55	„	0.024	0	leise Sp.	deutlich	Spur	36.00
	Mittel ...	—	—	15.5	Spur	0.033		54	—	—	—
29. „ 84	5. Hirslander Leitung, Sammler D_1	—	—	19.85	Spur	0.018	0	Spur	Spur	Spur	37.50
29. „ 84	„ „ „ D_2	—	—	16.65	0.022	0.030	0	„	„	„	37.0
18. Sept. 84	6. Wylhof-Leitung	371	350	23.10	Spur	0.030	0	„	8.35	wenig	34.12
18. „ 84	4 und 5 vereinigt, unfiltrirt	370	353	19.25	0.010	0.040	0	„	Spur	„	34.88
18. „ 84	2, 3, 4 und 5 vereinigt, filtrirt	367	351	19.25	Spur	0.040	0	„	„	„	35.00
18. „ 84	7. Seefeld-Leitung	565	532	25.40	„	0.050	0	33.1	27.83	25.75	37.75
29. Dez. 84	8. Kleinere städtische Leitungen ...										
29. „ 84	No. 1, Alt Spital	—	—	24.85	0.027	0.040	leise Sp.	24.0	17.75	19.25	35.50
29. „ 84	„ 2, „ „	—	—	22.15	Spur	0.024	„	20.5	16.33	stark	35.75

b) See-, Limmat- und Brauchwasser.

Datum	Lokalität	Organische Substanzen *mg* pro *l*	Freies Ammoniak *mg*	Albuminoïdes Ammoniak *mg*	Salpetrige Säure *mg*	Salpetersäure als N_2O_5 *mg*	Alkalinität in französischen Härtegraden
1884	*a) Seemitte, zwischen Zollikon und Bendlikon,*						
5. Dec.	aus 80 *m* Tiefe, 2 *m* über dem Boden	33.85	0.036	0.070	—	deutl. Spur	—
5. „	do. 0.5 *m* unter Wasserspiegel	30.70	0.020	0.056	—	Spur	—
	Mittel ...	32.27	0.028	0.063	—	—	—
28. Oct.	*b) Seemitte, Nähe der Wollishofer Kirche.*	22.55	0.020-0.016	0.082-0.090	—	Spur	—
10. Nov.	Ditto, beide 30 *cm* unter Wasserspiegel	24.95	0.042-0.016	0.060-0.054	—	Spur	—
	Mittel ...	23.75	0.023	0 071	—	—	—
	c) Seemitte, Nähe des Zürichhorns,						
16. Oct.	30 *cm* unter Spiegel	38.25	0.026-0.022	0.166-0.070	—	schwache React.	—
22. „	do. „	24.85	0.032-0.016	0.084-0.060	—	Spur	—
18. Nov.	do. „	23.77	0.021-0.014	0.072-0.064	—	Spur	—
5. Dec.	do. 18 *m* unter Wasser, 2 *m* vom Boden	27.90	0.037	0.060	—	deutl. Spur	—
5. „	do. 0.5 *m* unter Wasserspiegel	29.25	Spur	0.050	—	Spur	—
	Mittel ...	28.8	0.020	0.078	—	—	—
	d) Seemitte, 200 m oberhalb der Quaibrücke,						
6. Oct.	0.3 *m* unter Spiegel	25.10	0.020	0.062	—	deutlich	—
16. „	do. „	29.95	0.016	0.049	—	schwache React.	—
22. „	do. „	30.95	0.018	0.064	—	Spur	—
28. „	do. „	21.40	0.014	0.050	—	do.	—
10. Nov.	do. „	23.56	0.018	0.058	—	do.	—
5. Dez.	do. 10 *m* unter Spiegel, 2 *m* über Grund	23.40	0.018	0.052	—	do.	—
5. „	do. 1 *m* unter Spiegel	30.70	0.020	0.055	—	do.	—
	Mittel ...	26.4	0.018	0.056	—	—	—
	e) Seemitte, 100 m oberhalb der Quaibrücke						
30. Sept.	0.3 *m* unter Spiegel	27.20	0.040	0.065	leise Spur	ziemlich starke React.	—
18. Nov.	do. „	28.20	0.020-0.019	0.082-0.080	—	Spur	—
	Mittel ...	27.2	0.029	0.076	—	—	—
	f) Seemitte, 80 m oberhalb der Brücke						
5. Dez.	9 *m* unter Wasser, 2 m über Grund ...	29.25	0.032	0 054	leise Spur	Spur	—
5. „	do. 1 *m* unter Wasser	26.35	0.016	0.050	—	do.	—
	Mittel ...	27.8	0.024	0.052	—	—	—
	g) Limmat, unterhalb des rechten Widerlagers der						
20. Sept.	*Quaibrücke*, 0.3 *m* unter Spiegel ...	36.00	0.030	0.120	—	Spur	11.3
24. „	do. „	35.00	0.030	0.170	Spur	deutlich	11.6
30. „	do. „	30.60	0.020	0.080	—	schwach	—
6. Oct.	do. „	31.35	0.026	0.060	—	deutlich	—
16. „	do. „	29.95	0.018	0.050	—	Spur	—
22. „	do. „	28.40	0.021	0.058	—	do.	—
28. „	do. „	23.75	0.020	0.060	leise Spur	deutlich	—
10. Nov.	do. „	24.95	0.021	0.062	—	Spur	—
18. „	do. „	29.30	0.024	0.070	—	do.	—
	Mittel ...	29.9	0.023	0.081	—	—	—

Datum	Lokalität	Organische Substanzen mg pro l	Freies Ammoniak mg	Albuminoïdes Ammoniak mg	Salpetrige Säure mg	Salpetersäure als N_2O_5 mg	Alkalinität in französischen Härtegraden
1884							
20. Sept.	*h) Limmat, über dem Filtereinlauf*	32.90	0.020	0.070	—	Spur	11.3
24. „	do.	35.00	0.020	0.090	—	deutlich	11.5
30. „	do.	29.50	Spur	0.070	—	schwach	—
6. Oct.	do.	27.60	0.027	0.072	—	do.	—
16. „	do.	31.60	0.016	0.050	—	Spur	—
22. „	do.	30.20	0.013	0.054	—	do.	—
28. „	do.	23.75	0.018	0.056	—	do.	—
10. Nov.	do.	23.56	0.016	0.070	—	do.	—
18. „	do.	23.78	0.018	0.060	—	do.	—
5. Dec.	do.	23.40	0.018	0.052	—	do.	—
8. Jan. 85	do.	29.95	0.010	0.058	—	do.	—
12. „ „	do.	21.05	Spur	0.028	—	do.	—
19. „ „	do.	26.55	Spur	0.040	—	do.	—
26. „ „	do.	26.55	Spur	0.040	—	do.	—
	Mittel ...	27.6	0.016	0.059	—	—	—
30. Sept.	*i) Limmat, zwischem oberem und unterem Mühlesteg*	35.50	0.025	0.085	—	Spur	—
6. Oct.	do.	30.10	0.018	0.070	—	do.	—
16. „	do.	33.25	0.020	0.063	—	do.	—
22. „	do.	35.50	0.030	0.056	—	do.	—
28. „	do.	21.40	0.026	0.044	—	do.	—
10. Nov.	do.	20.80	0.032	0.056	—	do.	—
18. „	do.	25.45	0.021	0.062	—	do.	—
6. Dez.	do.	26.35	0.030	0.056	—	starke Spur	—
8. Jan. 85	do.	26.80	Spur	0.047	—	Spur	—
12. „ „	do.	21.05	Spur	0.036	—	do.	—
19. „ „	do.	22.25	Spur	0.036	—	do.	—
26. „ „	do.	28.05	0.018	0.036	—	—	—
	Mittel ...	27.1	0.021	0.056	—	—	—
20. Sept.	*k) Filtrirtes Brauchwasser aus dem Saugschacht im Letten.*	24.40	0.020	0.050	—	kaum Spur	11.5
30. „	do.	23.30	0.015	0.050	—	Spur	—
6. Oct.	do.	20.05	0.012	0.052	—	schwach	—
16. „	do.	23.30	Spur	0.035	—	Spur	—
22. „	do.	21.30	do.	0.038	—	do.	—
28. „	do.	19.85	do.	0.040	—	do.	—
10. Nov.	do.	15.25	do.	0.036	—	do.	—
18. „	do.	18.65	do.	0.028	—	leise Spur	—
6. Dez.	do.	16.10	do.	0.040	—	Spur	—
8. Jan. 85	do.	22.35	0.030	0.038	—	do.	—
12. „ „	do.	19.55	Spur	0.024	—	do.	—
19. „ „	do.	22.25	do.	0.030	—	do.	12.25
26. „ „	do.	20.54	do.	0.028	—	do.	12.5
	Mittel ...	19.5	0.013	0.038	—	—	—
6. „ „	*l) Leitung im städtischen Laboratorium*	17.55	Spur	0.032	—	Spur	—

I. Nachtrag.

Während obiger Bericht schon im Druck war, wurden mir von Herrn Stadtchemiker Bertschinger eine Reihe von weiteren Analysen des städtischen Brauch- und Trinkwassers zugestellt, welche hiermit folgen. Ueber das Ergebniss wären folgende Bemerkungen zu machen.

Die **vereinigte Trinkwasserleitung** für die grosse Stadt (Hottinger- und Hirslanderquellen etc.) zeigt nach der Filtration völlig untadelhafte Qualität. Die Flunterner Hinterberg- und Seefeld-Leitung bleiben ihrem früheren Charakter noch immer getreu, was den Gehalt an Salpetersäure und Chlor betrifft, bleiben also noch „verdächtig".

Das Wasser der **Limmat** zeigt fast ganz denselben Charakter wie früher. Das **filtrirte Brauchwasser** weist merklich günstigere Resultate als früher auf, und würde daher der Verunreinigungsfaktor erheblich besser als früher ausfallen, wenn es noch möglich gewesen, diese neuen Analysen bei der graphischen Darstellung in Tafel V zu berücksichtigen (vergl. übrigens Tafel VII). Sehr bemerkenswerth ist es, dass eine zufällige und ganz vorübergehende Verunreinigung der Limmat sich sofort in der fast auf das Doppelte des Betrages der vorhergehenden Wochen anschwellenden Zahl für das albuminoide Ammoniak wiederspiegelt. Dies beweist, dass es richtig war, auf diese Bestimmung besonderen Werth zu legen.

Neue Untersuchungs-Resultate des städtischen Quellen-Leitungswassers.

(Proben ab den Brunnen erhoben.)

Datum der Probenahme	Lokalität	Feste Bestandtheile mg pro l	Glührückstand mg	Organ. Substanzen mg	Freies Ammoniak mg	Albumin. Ammoniak mg	Salpetrige Säure als N_2O_3 mg	Salpetersäure als N_2O_5 mg	Chloride als Cl mg	Sulfate als SO_3 mg	Alkalinität in franz. Härtegraden
6. März 85	Vereinigte (Hottinger-Hirslander- etc.) Leitungen der grossen Stadt, filtrirt:	351	326	19.95	schwache Spur	0.026	0	Spur	Spur	Spur	31.75
6. „ 85	Flunterner Hinterberg-Leitung	398	368	22.80	0.020	0.038	0	11.7	15.62	stärkere Reakt.	33.00
6. „ 85	Seefeld-Leitung	547	495	15.65	schwache Spur	0.026	0	28.5	24.85	23.47	36.50
7. „ 85	Albisrieder Leitung	348	329	19.95	Spur	0.028	0	Spur	Spur	deutl. Reakt.	32.75
7. „ 85	Wylhof-Leitung	359	324	30.00	Spur	0.042	0	starke Spur	Spur	deutl. Reakt.	32.50

Neuere Untersuchungs-Resultate des Limmat- und Brauchwassers.

Datum	Lokalität	Organische Substanzen mg pro l	Freies Ammoniak mg	Albuminoïdes Ammoniak mg	Salpetrige Säure als N_2O_3 mg	Salpetersäure als N_2O_5 mg	Alkalinität in französischen Härtegraden
2. Febr. 85	Limmat, über dem Filtereinlauf...	22.27	Spur	0.052	0	Spur	12.62
9. „ 85	do.	20.85	„	0.050	0	„	12.50
16. „ 85	do.	22.95	0.018	0.054	0	„	12.50
23. „ 85	do.	23.40	0.013	0.050	0	„	12.50
2. März 85	do.	25.85	0.013	0.050	0	„	12.50
7. „ 85*)	do.	24.85	0.020	0.055	0	„	12.50
16. „ 85	do.	20.10	0.013	0.046	0	„	12.50
23. „ 85	do.	21.55	Spur	0.042	0	„	12.50
2. Febr.**)	Limmat, zwischen oberem und unterem Mühlesteg...	28.20	0.024	0.063	0	Spur	12.62
9. „ 85	do. ...	22.40	0.022	0.056	0	„	12.50
16. „ 85	do. ...	22 95	0.016	0.058	0	„	12.50
23. „ 85	do. ...	23.40	0.016	0.042	0	„	12.50
2. März 85	do. ...	23.00	0.022	0.066	0	„	12.50
16. „ 85	do. ...	23.70	Spur	0.048	0	„	12.50
23. „ 85	do ...	24.40	„	0.044	0	„	12.50

*) Sehr trübes Limmatwasser in Folge heftigen Sturmes.

**) Wegen Zufrierens einer Leitung wurde damals an der Schipfe Abwasser in die Limmat gelassen; es zeigte sich diess sofort an dem chemischen Verhalten des Limmat-Wassers an dieser Stelle.

A. B.

Datum	Lokalität	Organische Substanzen mg pro l	Freies Ammoniak mg	Albuminoïdes Ammoniak mg	Salpetrige Säure als N_2O_3 mg	Salpetersäure als N_2O_5 mg	Alkalinität in französischen Härtegraden
2. Febr. 85	Filtrirtes Brauchwasser aus dem Saugschacht im Letten	17.77	Spur	0.024	0	Spur	12.62
5. „ 85	do.	16.37	„	0.036	0	deutl. Spur	12.62
9. „ 85	do.	16.80	0.010	0.035	0	Spur	12.50
16. „ 85	do.	17.55	Spur	0.028	0	„	12 50
23. „ 85	do.	21.00	„	0.030	0	„	12.50
2. März 85	do.	17.25	„	0.046	0	„	12.50
7. „ *)	do.	23.40	0.014	0.036	0	starke Spur	12.50
16. „ 85	do.	22.10	schwache Spur	0.030	0	Spur	12.50
23. „ 85	do.	20.10	Spur	0.030	0	„	12.50

*) Sehr trübes *Limmat*wasser in Folge heftigen Sturmes. *A. B.*

II. Nachtrag.

Unmittelbar vor Abschluss dieses Berichtes (am 13. April) ist noch eine Reihe von Analysen von Seiten des Herrn Stadtchemiker Bertschinger eingelaufen, welche hier noch tabellarisch aufgeführt werden sollen, da sie zum Theil früher noch gar nicht analysirte Quellen betreffen, zum Theil solche, welche zwar schon früher untersucht worden waren, von denen aber jetzt unter anderen Umständen, nämlich im Frühjahr, erhobene Proben vorliegen. Als Kommentar zu der Tabelle sei hier Folgendes angeführt.

II. Die Quelle von Studen (Faktor 77) ist ausnahmsweise weich, auch diejenige von *Kalch* (Faktor 64) noch ziemlich weich. In chemischer Beziehung sind sie beide als brauchbares Trinkwasser zu bezeichnen; doch kommt freies Ammoniak in recht deutlich bestimmbarer Menge vor.

III. Mittelsihl- und Lorzegebiet. Von den Quellen bei Menzingen ist die „im Grund“ gut (Faktor 47), die im Sittli (71) brauchbar, aber nicht ganz so günstig, wie im Oktober; die neu untersuchte bei Lüthartigen (61) ebenfalls gut brauchbar. Erheblich gebessert hat sich die im Schwellbühl (61), dagegen ist die im Haslaub mit dem Faktor 130 ganz erheblich schlechter als im Oktober, wesentlich durch excessiven Ammoniakgehalt. Dies muss um so mehr auffallen, als nach der geologischen und mikroskopischen Untersuchung diese Quelle schon im Oktober viel günstiger als nach dem chemischen Befund auftrat, welcher letztere sie nunmehr zu den ganz unbrauchbaren stellen würde. Diesen Widerspruch kann ich nicht aufklären, und kann eben nur sagen, dass hier ein Beweis vorliegt, wie eine *einseitige* Untersuchung zu Täuschungen führen kann. — Die Sihlsprungquelle (37) behält ihren Charakter ausgezeichneter Reinheit. Die Quelle im Hinterberg (53) ist gut, die an der Neuheimerstrasse (36) sehr gut. Die in der Bodenrisi (83) ist brauchbar, die im Dürrenmooserried (60) gut. — Der Durchschnitt dieser Gruppe zeigt den Faktor 64, während er im Oktober 74, also merklich schlechter gefunden wurde.

IV. Sihlwald- und Albisgebiet. Die Untersuchung ergibt ausnahmslos erheblich bessere Resultate als im Herbst und Winter; der Durchschnitt ist 44, gegenüber 64. Diese Wasser sind alle als gut zu erklären.

VII. Nordabhang der Albiskette. Die Quelle im Loch bei Birmenstorf hat so gut wie ganz denselben Faktor wie früher (54 gegen 57), aber diesesmal ist weniger Ammoniak und mehr Salpetersäure vorhanden. Die Quelle ist als brauchbar zu bezeichnen.

VIII. Ostabhang des Dietikerberges. Die Resultate sind eher etwas günstiger als im Februar, und ergeben recht gutes Wasser, mit dem Durchschnittsfaktor 50 (früher 61).

XI. Gebiet des Glattthales. Entennest (85) brauchbar, aber nicht erster Klasse. Goldenes Thor viel schlechter als im Oktober (117 gegenüber 91), namentlich durch starkes Ammoniak und jetzt entschieden zu beanstanden. Dasselbe gilt vom Brunnbach (118, früher 87). Auch Opfikon (96, früher nur 77) ist noch ungünstig. Eichmühle ein wenig schlechter als früher (51 gegen früher 42), aber noch immer recht gut. Dagegen hat sich Baltensweil enorm verschlechtert (116 gegen 62); auch der Neunbrunnen daselbst ist von 48 auf 76 gestiegen. Brüttisellen ist gut (40, früher 64); Wangen bei der äusseren Fabrik (77, früher nicht untersucht) mittelmässig. Mit der einzigen Ausnahme von Brüttisellen hal sich also in diesem Gebiet die Qualität der Wasser im Frühjahr viel schlechter als im Herbst gezeigt.

*

Nummer des Quellen-Verzeichnisses	Datum der Erhebung	Bezeichnung der Quelle	Feste Bestandtheile *mg* pro *l*	Glührückstand *mg*	Organ. Substanzen *mg*	Freies Ammoniak *mg*	Albuminoïdes Ammoniak *mg*	Salpetrige Säure *mg*	Salpetersäure als N_2O_5 *mg*	Chloride als Cl *mg*	Sulfate als SO_3 *mg*	Alkalinität in franz. Härtegraden
II.		**Oberstes Sihlthal-Gebiet.**										
1	19. März	Studen	151	143	20.10	0.030	0.034	0	Spur	leise Spur	schwache Reaktion	12.25
3	19. „	Kalch (bei Gross) zw. Stöcken und Willerzell	190	170	28.75	0.016	0.028	0	leise Spur	leise Spur	deutliche Reaktion	16.75
III.		**Mittleres Sihl- u. Lorzegebiet.**										
1	18. März	im Grund, Gemeinde Menzingen...	243	219	23.00	Spur	0.018	0	Spur	Spur	schwache Reaktion	21.50
2	18. „	im Sittli, Menzingen	251	236	18.65	0.020	0.024	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	22.50
4	17. „	Lüthartigen...	287	266	17.25	0.013	0.022	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	25.25
5	17. „	Schwellbühl...	270	249	18.65	0.022	0.020	0	Spur	Spur	Spur	23.75
8	18. „	Haslaub...	285	261	41.65	0.064	0.029	0	Spur	Spur	Spur	26.00
10	17. „	Sihlsprung, Zugerseite...	279	259	15.80	Spur	0.012	0	Spur	deutliche Reaktion	Spur	25.25
11	17. „	Hinterberg	258	236	18.65	0.024	0.018	0	Spur	Spur	schwache Reaktion	23.25
12	17. „	Neuheimerstrasse	271	260	12.95	Spur	0.016	0	Spur	schwache Reaktion	schwache Reaktion	25.50
14	16. „	Bodenriese	224	201	25.85	0.022	0.030	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	19.50
15	16. „	Dürrenmooserried	281	268	23.00	0.016	0.022	0	Spur	deutliche Reaktion	schwache Reaktion	25.50
IV.		**Sihlwald- und Albisgebiet.**										
4	31. März	Tugsteinkopf	296	281	16.05	Spur	0.032	0	leise Spur	Spur	Spur	28.25
6	31. „	Unter-Rengg	381	360	15.40	Spur	0.028	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	34.25
9	1. April	Vogts	322	305	15.40	Spur	0.024	0	Spur	Spur	Spur	29.25
10	1. „	Wildenbühl (an der Albisstrasse)...	329	305	14.85	Spur	0.018	0	Spur	schwache Reaktion	Spur	29.75
11	1. „	Unter-Albis...	313	292	16.50	Spur	0.030	0	Spur	Spur	Spur	28.50
VII.		**Nordabhang der Albiskette.**										
1	21. März	Loch, Birmenstorf...	343	329	10.55	Spur	0.018	0	5.8	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	30.00
VIII.		**Ostabhang des Dietikerbergs.**										
1	21. März	Kindhausen...	318	297	25.40	Spur	0.030	0	Spur	schwache Reaktion	schwache Reaktion	29.00
3	21. „	Kalter Brunnen	276	260	16.95	Spur	0.022	0	leise Spur	Spur	leise Spur	25.75
4	21. „	Laubibrunnen	280	258	25.80	Spur	0.026	0	Spur	Spur	Spur	25.50
5	21. „	Bollenhof	281	268	11.30	0.012	0.020	0	deutliche Reaktion	Spur	schwache Reaktion	25.25
XI.		**Gebiet des Glattthals.**										
3	20. März	Entennest	322	290	24.20	0.033	0.016	0	deutliche Reaktion	leise Spur	Spur	28.50
4	20. „	Goldenes Thor...	335	307	24.20	0.062	0.022	0	deutliche Reaktion	Spur	Spur	29.50
5	20. „	Brunnbach	354	318	27.05	0.047	0.027	0	6.2	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	29.25
8	20. „	Opfikon	345	316	25.60	0.035	0.030	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	30.00
12	14. „	Eichmühle	333	296	16.90	Spur	0.018	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	29.25
13	14. „	Baltensweil...	323	298	18.40	0.048	0.059	0	deutliche Reaktion	9.08	schwache Reaktion	29.50
14	14. „	Neunbrunnen	297	271	12.10	0.016	0.056	0	deutliche Reaktion	deutliche Reaktion	Spur	27.00
16	14. „	Brüttisellen...	294	268	14.65	leise Spur	0.020	0	Spur	deutliche Reaktion	leise Spur	26.60
18	14. „	Wangen (bei der äussern Fabrik)...	305	279	18.40	0.019	0.044	0	3.6	deutliche Reaktion	leise Spur	26.75

6. Geologisch quellentechnische Berichte

über für Zürich in Betracht gezogene Quellgebiete und Grundwassergebiete.

Von

Dr. Albert Heim, Professor in Zürich

und

Heinrich Albrecht, geologischer Quellentechniker in Bülach (Kt. Zürich).

Nachdem schon im allgemeinen Berichte die leitenden Gesichtspunkte und die Methode der Prüfung, sowie ihre hauptsächlichsten Resultate angegeben worden sind, bleibt uns übrig, hier noch eingehenderen Bericht über einzelne wichtigere Fälle zu geben, die durch die kurzen Notizen des allgemeinen Theiles nicht genügend belegt erscheinen können. Wir halten uns hierin an die der „erweiterten Wasserkommission" auf ihre Aufträge hin abgestatteten Berichte. Eine ganze Menge einzelner Notizen über Quellen, deren Nichtbenutzbarkeit sofort ersichtlich war, lassen wir auch hier bei Seite, um das Volumen unserer Berichte nicht allzusehr anschwellen zu lassen.

I. Die Frage der Wasserfassung an der Schindellegi.

Ein genaueres Studium des Sihllaufes überzeugt sofort jeden Geologen, dass derselbe in seinem jetzigen Wege sehr stark durch Moränen der Eiszeit beeinflusst ist und früher an mehreren Stellen ganz anders gewesen sein muss. Alte enorme Ablagerungen von Sihlkies zwischen den Moränen in der Richtung von Hütten gegen die Lorze hinaus bis zwischen Baar und Zug beweisen, dass während der Eiszeit zeitweilig die Sihl, gegen Westen gedrängt, ein Nebenfluss der Reuss war. Anderseits beweist der Bau des Sihlthales bei Schindellegi, wie besonders Herr H. Albrecht nachgewiesen hat, dass vor der Ablagerung der Moränen die Sihl in der Richtung von Hurden in das Zürichseethal mündete, wo auch noch Reste des alten Sihldelta zu finden sind. Die Verhältnisse sind in der Hauptsache kurz die Folgenden:

Bei Schindellegi selbst wird das linke Sihlbord aus Molassefels gebildet, während am rechten Bord nur Moränen zu finden sind, in welchen die Widerlager der Brücken stehen. Etwas weniges unterhalb Schindellegi folgt eine Molasseschwelle im Sihlbett, und bald durchschneidet die Sihl einen Molasseriegel, der an beiden Ufern hoch hinauf sichtbar ist. Von Schindellegi aufwärts hingegen folgen beiderseits des Flusses nur aus Glacialschutt gebildete Gehänge. Erst etwa fünf Kilometer oberhalb Schindellegi trifft man bei Rindermatten (unterhalb der Teufelsbrücke) wieder auf anstehenden Fels (Molasse). Vor Ablagerung der Moränen war also auf dem jetzigen Sihlniveau von dort bis zur Schindellegi hinab kein Hinderniss für die Sihl, sich gegen den Zürichsee zu ergiessen, während gleich unterhalb Molasseschwellen den jetzigen Lauf abdämmten auf einem Niveau, welches jedenfalls viel höher liegt, als der Grund des Moränenschuttes bei der Schindellegi.

Von Schindellegi gegen Wollerau kommen viele Quellen zum Vorschein, die aber unregelmässig fliessen, und den Charakter der Ueberschluckquellen tragen. Der Bach von Roos gegen Freienbach ist fast durchweg bis auf 60 *m* Tiefe steil in den Gletscherschutt eingeschnitten, ohne dass an seinem Grunde die Molasse entblösst wäre, während dieselbe beiderseits seitlich oben in hohen Rippen vorragt. Wir befinden uns also hier in einer tiefen Thalrinne der Molasse, die mit Schutt eingedeckt war, aus welcher aber die jetzigen Bäche noch nicht im Stande gewesen sind, den Schutt wieder auszufegen. Der hier fliessende Freienbach versiegt in trockeneren Zeiten im Schutte seiner Sohle wieder, bevor er den See erreicht. Zwischen Ufenau und Hurden erscheinen im Seegrunde bedeutende Quellen. Selbst 1879/80 gefror dort der See nicht.

Alle diese Verhältnisse beweisen, dass sehr wahrscheinlich ein tief in die Molasse geschnittenes altes Sihlthal wenig oberhalb Schindellegi durchging und in der Richtung gegen Hurden mündete. Das alte Thal ist mit Gletscherschutt eingedeckt. In alten Thalläufen sammelt sich erfahrungsgemäss das Sickerwasser an und fliesst als Quellader. Mit Glacialschutt eingedeckte alte Flussläufe sind

gewöhnlich jetzt die grössten Quellläufe geworden. Da sich der Schutt in gewaltigen Massen im Thal der Sihl wie der Biber noch viele Kilometer weit hinauf erstreckt, so ist anzunehmen, dass der betreffende Quelllauf ein gewaltiges Sammelgebiet habe und entsprechend stark sei. Wir haben, Herr Albrecht und ich, die Ueberzeugung, dass derselbe sehr wahrscheinlich für eine vollständige Wasserversorgung für Zürich und Umgebung genügend Wasser enthält. Entsprechend der Tiefe desselben unter der Versickerungsoberfläche, die durchschnittlich jedenfalls über 100 *m* beträgt, ist auch eine tüchtige, gründliche Filtration, eine gleichmässige Quantität und Temperatur zu erwarten. Ein weiterer grosser Vortheil unserer Sihlquelle bestünde darin, dass dieselbe noch keinen Eigenthümer oder Nutzniesser hat, und somit Expropriationen von Wasserrechten etc. gänzlich dahinfallen würden.

Soweit ist der Gedanke gut. Er gehört in erster Linie Herrn Albrecht an, der die Gegend sorgfältig untersucht hat.

Nun aber kommen auch Schwierigkeiten. Sie bestehen in folgenden Umständen:

Auf eine Strecke von ca. 3 *km* von der Schindellegi gegen Osten haben wir keine näheren Anhaltspunkte gewinnen können über die Stelle, unter welcher vertikal der vorausgesetzte Quelllauf liegt und zu suchen ist. Wenn wir bei Roos mit einem Stollen ansetzen und in SSO.-Richtung gegen das alte eingedeckte Thal hinein vordringen würden, wäre ein Gelingen am ehesten möglich, allein es sind ebenso verschiedene Verhältnisse denkbar, welche das Gelingen vereiteln, und zwar:

1. Nach den vorhandenen Aufschlüssen ist es sehr wohl möglich, dass das alte Thal recht breit und tief war. Dass es tief war, ist auch desshalb sehr wahrscheinlich, weil Flüsse von der Stärke der Sihl niemals sehr grosses Gefälle in der Molasse halten können. Es wäre desshalb zu befürchten, dass unser Stollen hoch über dem Quelllaufe durchginge, oder wir müssten mit demselben tastend zwischen den beidseitigen eingedeckten Molassethalwänden einige Stunden weit dem Quelllauf entgegengehen und würden ihn dann erst da treffen, wo er für unseren Zweck noch nicht stark genug ist. Dass der alte Quelllauf wenigstens 100 bis 200 *m* tiefer als Schindellegi liegt, ist aus den zu beobachtenden Terrainaufschlüssen wahrscheinlich. Verschiedene Reflexionen über das mögliche Gefälle eines solchen alten Sihlthales in der Molasse, das etwa wie der unterste Theil des Wäggithales ausgesehen haben könnte, in Zusammenhang mit den alten Sihldeltaresten bei Hurden weisen sogar darauf hin, dass der Quelllauf über 300 Meter unter der Schindellegi, d. h. so tief liegen könnte, dass wir in Zürich die Quellen nicht nur nicht mehr mit natürlichem Druck verwenden könnten, sondern sogar nicht einmal mehr mit natürlichem Gefälle zu den dortigen Pumpwerken brächten. Der denkbar günstigste Fall, der die Quelle höher halten würde, bestünde darin, dass der Unterlauf des alten Sihlthales mit undurchlässigem Gletscherlehm ziemlich hoch hinauf angefüllt wäre, so dass sich die Quellen oben auf dem Glaciallehme bewegten. Bei zahlreichen kleineren, durch Gletscherschutt eingedeckten Seitenthälern (z. B. bei Wädensweil etc.) trifft dieser Fall zu. Der Gletscherlehm kann über 50 *m* mächtig werden. Ob dies hier der Fall ist, lässt sich nicht ohne tiefe Versuchsschächte bestimmen.

2. Jede Sondirarbeit, welche Klarheit darüber geben könnte, ob das Projekt erfolgreich durchzuführen ist und wie die Fassungsstollen angelegt werden müssen, erfordert aller Wahrscheinlichkeit nach, wenn nicht besonders glückliche Zufälligkeiten helfen, Stollen von einigen Kilometer Länge oder Schächte von zusammen mehreren hundert Metern Tiefe, Arbeiten, welche vielleicht einige hunderttausend Franken kosten und mehr als ein Jahr Zeit verschlingen würden. Dann erst wüsste man, *ob* und *wie* der Quelllauf abgefangen werden kann, und es würde dann wahrscheinlich erst noch der Bau von ein bis sechs Kilometer Fassungsstollen nothwendig sein.

3. Aber selbst wenn der Grund des alten Thallaufes aufgefunden ist, können lokal ungünstige Verhältnisse den Erfolg verhindern. Wir erinnern in dieser Richtung an ein Beispiel bei Frauenfeld, wo ein alter, eingedeckter, von Herrn Albrecht und mir vorausgesagter Thallauf, der eine Quelle speist, mittelst Stollen wirklich aufgefunden worden ist, wo aber der alte Thallauf gerade an der betreffenden Stelle durch einen alten Lehmrutsch derart abgedämmt ist, dass die Quelle denselben auf dem benöthigten Stücke verlassen hat, ohne dass eine Möglichkeit vorliegt, deren ausweichendes Gerinne, vielleicht irgend eine Felsspalte, aufzufinden.

So herrlich auch das mögliche Gelingen vor unserem geistigen Auge steht, wagen wir aus den genannten Gründen doch nicht, den Antrag zu stellen, mit Versuchsarbeiten auf dieses Projekt weiter einzutreten. Die Anhaltspunkte, welche der Bau der Gegend uns bietet, sind genügend, um einen alten quellenführenden Sihlthallauf in der genannten Richtung zu beweisen, allein sie sind ganz ungenügend, um seine Lage und Tiefe in der Weise exakt anzugeben, wie es zur Entscheidung der Frage nothwendig ist, ob der Quelllauf für uns gewinnbar sei. Nach eingehenden Ueberlegungen verlassen wir beide, Herr Albrecht und ich, das Projekt der Quellwasserfassung bei der Schindellegi, so leid uns dies thut.

Hottingen, im Oktober 1884.

Albert Heim.

II. Die Quellen des Sihl-Lorze-Gebietes (Gruppe III).

Im vorhergehenden Berichte haben wir gezeigt, dass die Sihl einst einen andern Lauf genommen hat. Während sie in frühester Zeit dem Zürichseethale zufloss, ging sie später gegen Zugersee und Reuss. Von der Schindellegi bis zur Sihlbrugg ist sie nur durch die enormen Schuttanhäufungen der alten Linth- und Reussgletscher in ihren jetzigen Lauf gebracht worden. Die Moränenlandschaft in diesem Gebiete diesseits der Sihl und besonders jenseits im Kanton Zug bis an den Gubel hin gehört zu den grossartigsten der Schweiz. Hügelzüge bis zu 100 Meter Höhe ganz aus Moränenschutt bestehend, reihen sich aneinander an. Oft bilden sie abgeschlossene Kessel, in welchen alles Wasser versiegen muss, bald liegen sie an oder sogar über mächtigen Schichten alten zur löcherigen Nagelfluh verkitteten Kieses. Darunter liegt oft die undurchlässige thonige Grundmoräne. Ueberdies ist das Terrain von der Sihl und einigen kleinen Rinnsalen durchschnitten. Ueberall im Molassenland machen wir die Erfahrung, dass sich um so eher gute, grosse Quellen bilden, je mächtiger der Gletscherschutt ist. In diese Moränenlandschaft setzten wir desshalb grössere Hoffnungen, als sie für irgend ein anderes Gebiet des Molassenlandes berechtigt gewesen wären.

Zuerst bereiste Herr Albrecht im Monat August das ganze Gebiet und kam mit recht erfreulichen Berichten zurück. Den 1. und 2. Oktober 1884 begingen wir das Gebiet gemeinschaftlich, um die Verhältnisse noch weiter kennen zu lernen, Messungen mit Schützenvorrichtung und Thermometer vorzunehmen und Wasserproben zu fassen. Vom 28. bis 29. Oktober, vom 10. bis 13. November 1884 und vom 18. bis 19. März 1885 besuchte Hr. Albrecht die Quellen des Sihl-Lorze-Gebietes abermals. Seine Messungen sind jeweilen im Folgenden mitaufgeführt.

Die Quellen dieses Gebietes lassen sich in vier Gruppen eintheilen.

a. Quellen des Lorzegebietes.

Nördlich vom Höhenzug des Gubel bis zur Absenkung nach dem Edlibach liegt eine ausgedehnte Terrassenfläche, welche vorwiegend aus altem diluvialem Sihlkies gebildet ist, der in gewaltiger Mächtigkeit die Wände der Lorzeschlucht bildet und vielfach zu einer Art Quartärnagelfluh verkittet ist. Hie und da kommen thonige Zwischenlager vom Charakter der Grundmoränen vor. Ein solches scheint die Grundlage des Edlibaches zu bilden, welcher zwischen der genannten ebenen Kiesfläche und Menzingen fliesst, und das Dorf vollständig von den Sickerwassern der Kiesfläche trennt. Am Rande der weiten Terrasse treten eine Reihe von prachtvollen Quellen auf. Das Terrain steigt über den Quellen rasch stark an. Die Wiesen und Aecker des Sammelgebietes werden allerdings gedüngt, allein die filtrirende Bodenschicht über den Quellläufen ist wenigstens 20 *m*, meistens 30 bis 60 *m* dick, so dass eine schlimme Verunreinigung kaum mehr zu erwarten ist. Auf lokale Schwierigkeiten in dieser Beziehung werde ich bei den einzelnen Quellen aufmerksam machen.

Die hieher gehörenden Quellen sind:

Nr. 1. Quellen im *„Grund“*, 819 *m* ü. M. Das Gehöfte und die Sennerei sind auf und zwischen die zahlreichen, enge beisammen liegenden Mündungen einer grossen Quelle gebaut, die zur Zeit unseres Besuches bei niedrigem, wenn auch nicht niedrigstem Stande zusammen 370 Minutenliter abführte, bis zum 13. November aber auf 110 Liter zurückging, am 18. März wieder auf 462 Minutenliter anstieg. Die Temperatur fiel von 9,2° im Herbst auf 8,8° im Frühling.

Die Terrainbeschaffenheit lässt darüber keinen Zweifel, dass bei richtiger Fassung das Quantum sich erhöhen würde. Dem ja fast überall fehlenden Sinn für Reinhaltung einer Quelle entsprechend, wird das Küchenabwasser genau da auf den Boden ausfliessen gelassen, wo die als Trinkwasser benutzte Quelle liegt und 2 *m* weiter unten austritt. Es hätte gewiss gar keine Schwierigkeiten, das Wasser rein oberhalb des Gehöftes zu fassen und dem Gehöfte das nothwendige abzutreten oder für dieses Gehöfte wie für andere mit den folgenden Quellen bisher versorgte Häuser durch Fassung einer kleinern, weiter oben liegenden Quelle bei Schürtannen oder Gschwend Ersatz zu bieten.

Nr. 2. Obere Quelle im *Sittli,* ca. 795 *m* ü. M. Diese Quelle macht einen vortrefflichen Eindruck und soll sich durch Gleichmässigkeit auszeichnen. Die von uns gemessenen Beträge waren:

2. September	470	Minutenliter
29. Oktober	160	„
12. November	180	„
18. März	492	„

Die Temperatur war vom September mit 9,6° zum März auf 8,8° gefallen.

Bei guter Fassung, die hier sehr leicht auszuführen ist, ist die Quelle rein zu erhalten. Etwas Bedenken erregt das Gehöfte Hasenthal, welches weiter oberhalb in nur etwa 150 *m* Entfernung liegt und grosse Miststöcke in

einem Moränenbecken ablagert, das keinen Oberflächenwasserabzug hat, wo also alles versickert. Wahrscheinlich könnte aber dort durch Auscementiren der Gruben genügend geholfen werden.

Nr. 3. Westlich etwa 150 *m* vom *Sittlihofe* entfernt unter dem Sittliwald bricht eine starke Quelle hervor (Eigenthümer: Rathsherr Zürcher, Benutzer: die Mühlen), dieselbe führte im März 174 Minutenliter. Eine bedeutende Zahl schöner Quellen kommen am Fuss des Sittligehänges einige Meter über dem Edlibach vor. Durch etwas tiefe Fassung sind sie alle wahrscheinlich ganz rein zu erhalten. Es war nicht möglich, diese sämmtlichen Quellen einzeln zu messen, ihr Summenertrag zusammen, wie er sich durch die Messung oder Schätzung des Edlibaches oberhalb und unterhalb des Einflusses dieser Quellen ergibt, betrug:

am 2. September	ca. 3000	Minutenliter (?)
29. Oktober	„ 750	„
13. November	„ 796	„
18. März	„ 564	„

Diese Quellen erreichen den Bach unterhalb der Mühle von Menzingen. Schon oberhalb treten in den Edlibach einige Quellen, deren Ertrag wir angesetzt haben auf:

2. September	460	Minutenliter
29. Oktober	378	„
13. November	384	„
18. März	1128	„

Die letztere Zahl zeigt, dass hier sehr oberflächliche Quellen dabei sind.

Die unteren Quellen von Sittli sind wahrscheinlich alle höher oben ausserhalb des Eigenthums, in welchem sie jetzt ausbrechen, zu fassen.

Der Gesammtertrag der Quellgruppe von Menzingen (Grund, Sittli und Umgebung) wurde von uns für Niederstand im September auf 4300, im Oktober auf ca. 1440, im November auf 1480 Minutenliter festgestellt. Die Expropriation oder der Ankauf dieser Quellen würde mit sich führen:

a) Andere Wasserbeschaffung für die Höfe und Käserei Grund und Sittli und für das Lehrschwesterninstitut Menzingen.

b) Entschädigung der Mühle Menzingen (jetzt im Konkurs) und der Mühlen und Sägen von Edlibach.

c) Der Edlibacher Müller besass alle Briefe auf die meisten Quellen, die zur Bachmühle fliessen, darunter Grund und Sittli. In einem zweiten Abkommen erwarb sich die Fabrik an der Lorze das Recht auf die Quellen im ersten Grundstück unterhalb der Bachmühle und kaufte zugleich dem Edlibacher Müller seine sämmtlichen Briefe auf die Quellen ab, so dass jetzt die Fabrik an der Lorze in Baar das Recht auf die Triebkraft des Edlibaches hat, der in die Lorze oberhalb des Fabrikkanales einmündet, und alle Quellen nur dann benützt werden dürfen, wenn das Abwasser wieder in den Edlibach geht. Die Spinnerei hat, wie ich vernommen, die Absicht, eventuell den Edlibach geschlossen in Druckleitung zu fassen, was eine Triebkraft von über 200 Pferden ergeben würde.

Nr. 4. Die Quellen von *Lüthartigen* oder Lüsettigen entspringen am Fuss von Moränenhügeln in einem Moränenbecken bei 710 bis 720 *m* ü. M. Die eine davon quillt unter dem Weiler Lüthartigen hervor. Um sie rein zu erhalten, müsste man mittelst Fassungsstollen unter dem Weiler durch auf dessen obere Seite gelangen. Stollenlänge ca. 150 *m*. Die andern östlicheren Quellen sind leichter zu fassen. Die Sammelgebiete bestehen aus Moränenhügelwiesen, die rasch hoch ansteigen. Die Temperatur der Hauptquelle unter dem Weiler fiel von 9,6° im Herbst bloss auf 9,4° im März, Ertrag derselben im Oktober 262 Minutenliter. Die beiden andern Hauptquellen waren nicht einzeln zu messen. Gesammtertrag aller drei Quellen des Beckens von Lüthartigen:

September	1100	Minutenliter
Oktober	575	„
November	315	„
März	900	„

Diese Quellen werden von den Häusern Lüthartigen benutzt, eine Brunnenleitung geht nach Gstein, der Quellbach treibt die Mühle von Hinterburg, geht aber in die Lorze erst unterhalb der Stelle, wo der Spinnereikanal die Lorze verlässt.

Die wundervollen zahlreichen Quellen, welche unten an der Lorze austreten, sind für uns nicht mehr verwerthbar, weil zu tief gelegen.

b. Die Quellen im Gebiete des Saarthales (Sihlgebiet).

Mitten durch lauter Moränenhügel windet sich das Saarthal mit dem Saarbach.*) Man sieht, wie im Verlaufe des Thales der Bach allmälig wächst, ohne dass offene Bäche ihm zufliessen. An zahlreichen Stellen sieht man kleine Quellen am Fuss der Thalböschung ausbrechen, manche ist, von Rietpflanzen verwachsen, schwer zu finden. Ausser zahlreichen kleinern Quellen empfängt der Saarbach die grosse Quelle des *Schwellbühles* (Nr. 5). Dieselbe hat unten einen ganzen Hügel von Kalktuff abgelagert. Sie entspringt in einer hohen Seitennische bei 680 bis 690 *m*. Ihr Becken ist mit Torf gefüllt, der die eigent-

*) Andere dafür gebräuchliche Namen sind. Thalbach, Winzerbach etc.

lichen Austrittspunkte verhüllt und sogar schwimmende Torffilze bildet. Die Wasserprobe konnte erst unterhalb entnommen werden, so dass ein etwas hoher Gehalt an organischer Substanz, den hier die Analyse ergeben könnte, wahrscheinlich nicht mehr vorhanden ist, wann die Quelle gefasst sein wird. Sammelgebiet günstig in Beziehung auf Reinheit, Fassung etwas kostspielig. Ertrag:

September	630	Minutenliter
Oktober...	525	„
November	450	„
März	630	„

Temperaturmessung war im Herbst nicht möglich, im Frühjahr hingegen war die Quelle direkter zugänglich und wies auf 9,4°. Dieser Betrag steht bedeutend über der mittlern Jahrestemperatur der Gegend und da er überdies noch dem Winter nachfolgt, erweist er eine bedeutende Tiefe der Quellader. Ebenso zeigt auch die geringe Schwankung im Ertrage, dass diese Quelle vorzüglich ist.

Gleich unterhalb der Saarbachmühle mündet in das Thal des Saarbaches dasjenige Thal, welches vom Waldhäusli her kommt. Dasselbe enthält keinen sichtbaren Bach, muss aber als gut geformter Wassersammler Quellen bilden, die den Saarbach verstärken.

Gleich unterhalb der Saarbachmühle führte im September der Saarbach über 6000, im Oktober noch etwa 3000, im November noch 2550, im März wieder 3300 Minutenliter.

Oberhalb des Einflusses der Schwellbühlquelle führte der Saarbach im März 1668 Minutenliter. Von der Seite vom Waldhäusli her wird er wohl um etwa 1000 Minutenliter verstärkt. Nahezu alles Wasser des Saarbaches kann nur Quellwasser sein.

Wir sind übereinstimmend der Ansicht, dass durch drei bis vier stufenförmig vertheilte, jeweilen oberhalb den Gehöften im Grunde des Saarbachthales anzulegende Grundwasserstollen und durch besondere Fassung der einzelnen seitlichen Quellen, wie besonders der Schwellbühlquelle, allerwenigstens 2500 Minutenliter gutes zuverlässiges Quellwasser im Gebiete des Saarbaches gewonnen werden kann.

Diese Wasserfassungen führen zur Entschädigung für Streuewasserrechte, werden aber andererseits vermehrten Bodenertrag geben. Sie erfordern die Expropriation der Triebkraft für die Saarbachmühle und die Mühle in „Thal“ (letztere gegenwärtig im Konkurs).

c. Die Quellen der Sihl entlang, linkes Ufer der Sihl.

Im Sihlbett erscheint oft Lehm der Grundmoränen, hie und da, aber seltener, Molasse. Die Wände werden oft aus löchriger Nagelfluh der Gletscherzeit oder aus Moränen gebildet.

Die alte voreiszeitliche Wasserscheide zwischen Zürichsee und Reussgebiet scheint auf dieser Strecke S.-W. von der Sihl gewesen zu sein, so dass der alte Boden unter dem Schutt im Sihlstrich gegen die rechte Sihlseite im Allgemeinen einfällt. Dadurch wird das linke Sihlbord viel reicher an starken Quellen als das rechte. Oben beginnend nennen wir als die stärkeren:

Die vier Quellen unweit der Hüttener Brücke von Schönau am Hohen Rhonen stammend. Im Herbste lieferten sie zusammen 110, im März 169 Minutenliter. Im Moos, ebenfalls am Fusse des Hohen Rhonen, zwischen der Kantonsgrenze und dem abwärts folgenden „Boden“, treten drei Quellen aus, welche zusammen im Herbst 224 Minutenliter, im März 316 Minutenliter führten.

Es folgen:

Nr. 7. Quelle am Fuss des Hohen Rhonen unterhalb *„Boden“* bei Unter-Sparen. 15 bis 30 *m* über der Sihl treten zerstreute Quellen und zwei stärkere konzentrirte am Fusse eines aus Diluvialkies und Diluvialnagelfluh gebildeten, an den Hohen Rhonen angelehnten Steilgehänges heraus. Sie lagern Kalktuff ab. Die stärkere Einzelquelle hatte 9,9° C. und lieferte:

im Oktober	150	Minutenliter,
„ November ...	158	„
„ März	157,5	„

Diese Quelle weist eine Konstanz im Ertrage auf, wie sie uns von einer andern Quelle noch niemals bekannt geworden ist.

Ein östlicherer Quellstrang der gleichen Lokalität führte im März 142 Minutenliter.

Von dem ganzen Lokal kann durch einfache Fassungsarbeiten fast das Doppelte, also zirka 250 Minutenliter leicht gewonnen werden.

Im Oktober schien der Ertrag des ganzen Quelllokales noch nicht abgenommen zu haben, während im November Herr Albrecht statt zirka 300 Minutenlitern nur noch zirka 214 feststellen konnte. Die ganze kleine Quellgruppe scheint nicht dieselbe Gleichmässigkeit wie ihre Hauptquelle aufzuweisen.

Das Terrain über den Quellen im „Boden“ steigt rasch an. Besondere Gefahren für Verunreinigungen sind nicht ersichtlich. Die Quellen fliessen unbenutzt in die Sihl. Eigenthümer ist Bapt. Ellikoner im „Boden“.

Thalabwärts finden wir bei der Käserei Nettenbach einige Quellen, welche im März zusammen 56 Minutenliter lieferten. Die Quelle, die den Weiher der Mühle Bostadel speist und etwa 500 Minutenliter stark ist, wurde von uns

früher nicht in Betracht gezogen, weil sie unerhältlich schien. Seither haben sich durch den Brand der Mühle Bostadel die Verhältnisse allerdings geändert.

Nr. 8. Die Quellengruppe am linken Sihlbord in den *Haslauben*. Hier brechen 5 bis 8 *m* über der Sihl viele Quellen hervor und fliessen über den von ihnen abgelagerten und ihren Austritt theilweise hindernden Kalktuff. Eine schöne Quelle bricht noch etwas höher oben aus. Temperatur 10,2°. Wir haben im September gemessen einen Ausfluss mit 90, einen solchen mit 60, einen dritten mit 72, einen vierten mit 37 Minutenliter. Daneben fliesst noch viel zerstreutes Quellwasser aus auf einer Länge von etwa 300 *m*.

Wir schätzten den Gesammtertrag der unteren Quellengruppe Haslauben im September auf 500 Minutenliter. Dazu kommt noch die etwas höher liegende Quelle mit zirka 200 Liter im Herbst, 81 Liter im März, Schätzung zusammen 700 Liter. Im Oktober war der Gesammtertrag auf zirka 500, im November auf zirka 340 Minutenliter gefallen. Die unteren Haslaubenquellen gehören Dominik Nussbaumer in Wylen. Die oberen Haslaubenquellen gehören Schuler in Äu. Der Hof Äu liegt östlicher und wird von unsern Quellen durch den Finsterseebach, der aus dem Finster- oder Wylensee kommt, getrennt. Ueber der Quelle steigen die Moränen direkt 110 *m* hoch an. Jenseits dieses Moränenhügels, 100 *m* über den Quellen, liegt der kleine, freundliche See. Es ist sehr wohl möglich, dass zum Theil Versickerungswasser dieses Sees, der übrigens selbst eine Art Quellbecken darstellt, indem er einen Abfluss aber keine sichtbaren Zuflüsse hat, die Haslaubenquellen speist. Dies wäre ein günstiges Verhältniss. Wenn auch der See klein ist, kann sein Wasser nicht sehr verunreinigt sein. Sickert es erst noch mühsam durch eine 100 *m* dicke Moräne, so muss es den Charakter guten Quellwassers annehmen. Der See sorgt für die Beständigkeit der Versickerung und der Quellen. Nur durch längere Zeiten gehende, vergleichende Beobachtungen könnten diese Frage sicher entscheiden, es ist aber wenigstens sehr wahrscheinlich, dass ein theilweiser Zusammenhang der Art besteht.

Der Abfluss des Finstersees war ebenfalls früher von der Mühle Bostadel in Beschlag genommen, dürfte aber jetzt erhältlich sein. Er hat im Herbst zirka 500, im März 1200 Minutenliter geliefert. Die sichere Fassung würde die Trockenlegung des Wylensees nothwendig machen.

Nr. 9. Gegenüber *Suhner,* kurz ob dem Leiterlisteg, finden sich am Sihlbord links einige kleinere Quellen mit je zirka 50 Minutenliter. Herr Albrecht fand deren Summe im November zu etwa 160 Minutenliter.

Nr. 10. Quellen im *Sihlsprung,* links der Sihl. Dieselben fliessen über fetten, reinen Glacialthon aus der löchrigen Nagelfluh heraus, die in hohen Wänden beiderseits der Sihl ansteigt. Temperatur 10,3°. Der Sihlgrund besteht aus mit Nagelfluhblöcken überstreutem Grundmoränenschutt, erst etwas weiter abwärts fliesst die Sihl auf Molasse.

Die oberste der drei linksseitigen Sihlsprungquellen war im August sichtbar und führte zirka 210 Minutenliter. Später lag ihr Ausfluss verborgen, indem sie, offenbar von der Sihl in ihrem Niveau gehalten, mit der Sihl gefallen war und jetzt unter der Sihl mündete. Anzeichen waren noch in einigen höher als die Sihl gelegenen Wassertümpeln zu finden. Im März war eine Messung wieder möglich und ergab 225 Minutenliter von 10,3°. Die mittlere Sihlsprungquelle lieferte:

im September... ...	242	Minutenliter,
„ Oktober	232	„
„ März	225	„

Sie liegt noch etwa 3 *m* über dem Sihlniederwasser. Die unterste der drei linksseitigen Sihlsprungquellen fliesst in zerstreuten Strängen aus, so dass eine exakte vollständige Messung nicht ohne grössere Arbeiten zu bewerkstelligen war. Zusammengerechnet dürften die drei linksseitigen Sihlsprungquellen im September etwa 500, im Oktober 400, im November 630, im März fast genau ebensoviel Minutenliter ergeben haben.

Die Sihlsprungquellen, ganz besonders die mittlere, zeichnen sich durch Gleichmässigkeit im Ertrage in hohem Masse aus. Die mittlere hat durch Regen und Schneeschmelze vom Februar und März noch immer nicht zugenommen, sondern ist noch etwas weiter gefallen. Sie gehört wohl auch nach der Beschaffenheit des Sammelgebietes zu den vorzüglichsten Quellen. Ihre Temperatur ist über 10°, also höher als die mittlere Lufttemperatur selbst noch am Schluss des Winters, was auf weiten tiefen Weg deutet.

Nr. 11. Quellen gegenüber der Sihlmatt bei *Hinterberg.* Diese schönen Quellen springen zirka 30 *m* über der Sihl aus der von löchriger (quartärer) Nagelfluh gebildeten Wand heraus, die eine derselben aus einem rohrförmigen Kanal im selbst gebildeten Kalktuff. Diese letztere, die stärkste der Gruppe, hatte im September 300, im Oktober 250 Minutenliter. Alle zusammen führten im November zirka 1600, im März 770 Minutenliter. Alle einzelnen Stränge haben vom Herbst zum März noch abgenommen, was ein sehr gutes Zeugniss für dieselben ist. Die Temperaturen der einzelnen Stränge liegen im März zwischen 8,5° und 9,7°.

Nr. 12. Quellen an der *Neuheimerstrasse.* Hier rieseln viele Quellen aus, die Tuff abgelagert haben. Die grösste derselben, im Tuffbruch gelegen, ergab im September 250, im Oktober 210, im November 242, im März 262 Minutenliter. Sie liegt zirka 10 *m* über der Strasse am Sihlabhang und wies im März 10,8^0 auf. Neben dieser so schöne Verhältnisse zeigenden Quelle kommen eine bedeutende Anzahl kleinerer Quellen mit 5 bis zu 150 Minutenliter vor. Diejenige am Wald hat 9,5^0. Alle diese Quellen an der Strasse zwischen Neuheim und Sihlbrugg sind leicht zu fassen. Unter ihnen liegt Molasse, die sie auffängt, darüber mächtiger Gletscherschutt, der eine genügende Reinigung sichert. Sie ertrugen zusammen im Herbst 380, im März 628 Minutenliter.

Ueber das Sammelgebiet der sämmtlichen genannten Quellen des linken Sihlufers kann in Beziehung auf Reinheit von thierischen Abfällen kein Zweifel aufkommen, sie sind sämmtlich sehr günstig am Fusse hoher Gehänge gelegen, über welchen direkt keine Verunreinigungsherde liegen. Am vorzüglichsten sind die Verhältnisse für die Quellen am Sihlsprung (Nr. 10), etwas weniger glänzend, aber immerhin noch schön für die Quellen im Boden (Nr. 7), Hauslaub (Nr. 8), Hinterberg (Nr. 11) und an der Neuheimerstrasse (Nr. 12). Die sämmtlichen genannten Quellen der Gruppe III, Abth. c, fliessen unbenutzt in die Sihl. Der Ankauf wird von den Eigenthümern nicht erschwert werden. Eine ganz andere Frage, welche indessen Andere besser zu beurtheilen in der Lage sein werden, betrifft die gewiss sofort zu erwartende Einsprache aller Fabrikbesitzer an der Sihl bis hinunter nach Zürich. Die gleiche Schwierigkeit wird sich übrigens auch der Fassung der Saarbachquellen und derjenigen des linken Sihlbordes entgegenstellen.

d. Quellen am rechtseitigen Sihlbord.

Für eine Wasserversorgung unbedenklich verwerthbar sind folgende Quellen:

Nr. 13. Quellen im *Sihlsprung,* rechtes Sihlbord. Ihre Summe wurde im September auf zirka 200, im Oktober auf 150, November 293 bestimmt. Im März wurden folgende Erträge und Temperaturen der einzelnen Stränge gemessen:

oberste rechtseitige Sihlsprungquelle		40	Minutenliter von	10,3^0
zweite	„ „	24	„ „	8,7^0
dritte	„ „	144	„ „	9,8^0
vierte	„ „	38	„ „	8,6^0
fünfte	„ „	33	„ „	9,6^0
sechste	„ „	zirka 100	„	
	Summa zirka	329	Minutenliter.	

In Beziehung auf Filtration und Reinheit des Sammelgebietes stellen sich diese Quellen fast so günstig wie ihre gegenüberliegenden Nachbarn.

Nr. 14. Quellen bei *Bodenrisi* treten etwa in der halben Höhe des bewaldeten Gehänges aus. Eine nähere Prüfung der Möglichkeit einer Verunreinigung von dem Hofe „Boden“ aus ist noch anzustellen. Der Gesammtertrag wurde bestimmt:

im September zu 200 Minutenliter,
„ Oktober „ 150 „
„ November „ 170 „

Im März führte der oberste Quellgraben 70, der mittlere 270, der untere 116, zusammen 456 Minutenliter. Schon durch dieses raschere Steigen im Frühjahr erweisen sich diese Quellen als nicht erster Qualität.

Nr. 15. Quellen im *Dürrenmooserriet* brechen in günstiger Situation aus Kies über Molasse hervor. Durch gute Fassung lässt sich der Ertrag wahrscheinlich vermehren. Er erreichte im September 500, im Oktober 400, im November 380, im März 717 Minutenliter. Im letzteren Monat lieferte der oberste der Quellstränge 210, der mittlere 57, der westlichste 450 Minutenliter von 9,6 bis 9,8^0.

Nr. 16. Quellen unter *Brestenegg* (Hirzel). Die Quelle im Bruderhaus, die im Herbst nur 9 Minutenliter hatte, war im März auf 33 Minutenliter gestiegen, der östliche Strang im Brestenegg hatte im März 69, der westliche 57 Minutenliter bei 10^0. Der Gesammtertrag dieser Lokalität wurde im September auf 100, im Oktober auf 50, im November auf 58, im März auf 126 Minutenliter gemessen.

Die sämmtlichen genannten Quellen des Sihl-Lorze-Gebietes wären durch drei Zuleitungsstränge nach der Sihlbrugg hin zu führen. (Vrgl. beiliegende Tafel VIII.) Sie könnten mit natürlichem Druck in Zürich verwendet werden.

Es bleibt zu erwähnen, dass kleinere Quellen im Ertrage von 10 bis 50 Liter dazwischen hie und da sich finden, und dass im Vorbeiweg auch solche noch öfter mitgewonnen werden können, so dass sich der Ertrag noch vermehrt.

Wir stellen die geschätzten und gemessenen Beträge in folgender Tabelle zusammen:

a) Lorzegebiet.

Quelle Gruppe III Nr.	Ertrag in Minutenlitern 1.—3. Sept. 1884	28.—29. Okt. 1884	10.—13. Nov. 1884	18.—19. März 1885
1	370	156	110	462
2	470	160	180	492
3	3460	750	1179	738
4	1100	575	315	900
Uebertrag	5400	1641	1784	2592

b) Saarbach.

Quelle Gruppe III Nr.	Ertrag in Minutenlitern 1.—3. Sept. 1884	28.—29. Okt. 1884	10.—13. Nov. 1884	18.—19. März 1885
Uebertrag	5400	1641	1784	2592
5	630	525	450	630
6	3370	2475	2100	2670
	c) Linkes Sihlbord.			
7	300	300	214	300
8	700	500	340	400
9	50	50	160	?
10	500	400	630	720
11	300?	250?	1784	770
12	400	300	380	628
	d) Rechtes Sihlbord.			
13	200	150	293	329
14	200	150	170	456
15	500	400	380	717
16	100	50	58	126
Kleinere Zwischenquellen zusammen	310	180	200	200
Gesammtsumme	12,960	7,350	8,943	10,539

Für ganz kleinen Quellstand müssen wir aber die obige Zahl noch wesentlich erniedrigen. Ich fürchte, dass wir mit 7000 Liter per Minute für ganz trockene Zeiten noch etwas zu hoch in unserer Annahme sein möchten, und dass wir in einem Sommer wie 1865 nicht mehr über die Hälfte, d. h. auf zirka 5000 Liter per Minute rechnen dürfen — bei gewöhnlichem Niederstand werden uns wahrscheinlich immer 7000 bis 8000 Liter bleiben.

Eine Erweiterung des Fassungsnetzes nach oben ist jederzeit möglich, indem zwischen der Quelle im „Boden“ und der Schindellegi noch von Seite des Hohen Rhonen eine Anzahl von Bächen, die theilweise von Quellen gespiesen werden (Hüttener Brücke, von Schönau, Kuhn, Oerischwand etc.), herunterkommen. Eine Vermehrung um zirka 1000 Minutenliter liesse sich ferner durch den erst neuestens möglich gewordenen Ankauf der Mühle Bostadel unter Ablassung des Wylensee und Fassung seiner Quellen erzielen.

Zum Schlusse heben wir nochmals hervor, dass auch im Sammelgebiete dieser Quellen viel mehr Wiesen als Wald und untergeordnet auch Aecker vorkommen, die alle gedüngt werden, dass auch hier landwirthschaftliche Betriebsgehöfte hie und da in den Sammelgebieten stehen. Was aber diese Sihlregionquellen oder Sihl-Lorze-Quellen entschieden günstiger stellt, als z. B. die Glattthalquellen, das ist die durchschnittlich viel mächtigere filtrirende Gletscherschuttschicht, welche das Wasser vom Sammelgebiete bis in die Quellgerinne zu durchsickern hat.

Oktober und März 1884/85.

Albert Heim.
Heinrich Albrecht.

III. Die Quellen des Glattthalgebietes (Gruppe XI) mit besonderer Berücksichtigung der Beschaffenheit der Sammelgebiete.

Dem Auftrage der Wasserkommission entsprechend, hat der Unterzeichnete zusammen mit Herrn Albrecht die Quellen des Glattthalgebietes begangen, um besonders auf die Zustände im Sammelgebiete in Hinsicht auf allfällige von dorther mögliche Verunreinigungen derselben zu achten.

Aus dem landwirthschaftlichen Betrieb dieser Gegenden folgt, dass die Quellen derselben im Frühling am meisten Gefahr laufen, verunreinigt zu werden, indem dann, zusammen mit Schneeschmelze und Regen der im Winter ausgetragene Dünger und die im Frühjahr ausgegossene Jauche am tiefsten und massenhaftesten in den Boden eindringen können. Verschiedene Frühjahre werden sich ungleich verhalten. So lange wir nicht Untersuchungen zu jenen Zeiten anstellen können, ist es uns unmöglich, direkte Resultate über die Reinheit oder Verunreinigung zu gewinnen. Es kann nicht genug betont werden, dass alle unsere bisherigen mikroskopischen wie chemischen Untersuchungen der Glattthalquellen, wie übrigens auch der Sihlthal-Lorze-Quellen, aus der für ihre Reinheit *günstigsten* Jahreszeit und zudem aus einem besonders günstigen Jahrgange stammen und uns somit diese Quellen in ihrem allergünstigsten Gewande vorführen. Unser erste Bericht über den Werth dieser Quellen nach ihrer Reinheit ist schon im Monat Oktober der erweiterten Wasserkommission eingereicht worden. Die Messungen sind sodann im November und im März nochmals gemacht worden. Besonders die letzteren sind nun von hohem Werthe, indem in denselben die besten Quellen noch keine Ertragssteigerung, andere nur eine geringe, die schlechten schon eine sehr bedeutende Zunahme aufweisen. Es gereichte uns zur grossen Beruhigung und sichert das abgegebene Urtheil in erfreulicher Weise, dass die Messungen vom März durchwegs unser schon im Oktober abgegebenes Urtheil genau bestätigen. Der hier vorliegende Bericht ist derjenige vom Oktober, welcher bloss

etwas überarbeitet und durch die neuen Messungen ergänzt worden ist. Unsere Begehung, sowie die übrigen besonders von Herrn Albrecht gesammelten Beobachtungen haben nun folgendes ergeben:

a. Gebiet von Kloten.

Nr. 1. *Hundsbrunnen* liegt unterhalb Niederrüti (Grenze gegen Bülach) ca. 250 *m* unterhalb der Landstrasse. Sein Sammelgebiet reicht jedenfalls unter dem Dorf Niederrüti durch, wo, wie überall, jeder Hof im Allgemeinen eine Schüttsteingrube, eine Abtrittgrube, einen Miststock und einen Stalljauchetrog besitzt. Der Boden besteht aus Gletscherschutt von nicht allzugrosser Durchlässigkeit. Das Terrain über der Quelle steigt ziemlich langsam an und ist fast ganz mit Wiesen und Aeckern bedeckt, die gedüngt werden. Zeitweises Eindringen von solchen Abfallstoffen ist sehr wahrscheinlich, Verbesserung der Verhältnisse durch die Art der Fassung nicht möglich. Das Sammelgebiet des „Hundsbrunnens" gehört nicht zu den schlimmsten, aber ist doch derart, dass diese Quelle nach meiner Ansicht als *verdächtig* auszuschliessen ist. Wir besitzen folgende Messungen vom Hundsbrunnen:

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 November	150 Minutenl.	10,0°	Dr. Bürkli.
1866 Frühling (nass)	990 „	10,0°	„
1866 Herbst	450 „	10,0°	„
1881 Oktober 2.	—	10,2°	H. Albrecht.
1884 Oktober 10.	315 „	10,3°	„
1885 März 20.	525 „	10,5°	„

Schon aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass der Quellenniederstand des vergangenen Spätherbstes und Winters immerhin noch lange nicht so tief lag, wie derjenige von 1865.

Nr. 2. *Riedbrunnen* liegt südöstlich des obigen nahe unter der Strasse. Er zeigt weit günstigere Beschaffenheit des Sammelgebietes. Ueber der Quelle steigt das Terrain rascher an, statt eines Dorfes und der Düngäcker folgt sehr bald der ausgedehnte Wald des Homberges. Ob das Sammelgebiet bis zum Wilenhof hinauf reicht, ist zweifelhaft, die Distanz zur Filtration und Reinigung aber gross genug. Vielleicht ist der Riedbrunnen mehr Ueberschluckquelle des Entennestes. Er scheint unbedenklich benutzbar zu sein, leider aber steht er in ganz trockenen Jahren ab. Aehnlich verhält sich die benachbarte *Fischweiherquelle*.

Fischweiherquelle.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1884 Oktober 10.	40 Minutenl.		H. Albrecht.
1885 März 20.	116 „	9,6	„

Riedbrunnen.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 November	trocken!		Dr. Bürkli.
1866 Frühling	360 Minutenl.		„
1866 Herbst	150 „		„
1881 Oktober 2.	—	9,3°	H. Albrecht.
1884 November 15.	trocken!		„
1885 März 20.	138 „	10,0°	„

Nr. 3. *Entennest.* Von dieser Quelle gilt ungefähr das Gleiche, was wir vom Riedbrunnen gesagt haben. Zwischen der Quelle und dem Walde liegen hier noch etwas mehr Düngäcker. Durch Ankauf derselben oder durch Fassung der Quelle nahe am Wald und Leitung unter den Aeckern in geschlossenen Röhren würde es leicht sein, die Quelle zum Entennest unbedenklich benutzbar zu machen, obschon das rasche Wachsen im März bei der hohen Temperatur die Frage berechtigt, ob vielleicht auch hier, wie bei Nr. 4, ein Gemisch einer Hochquelle mit einer Grundwasserquelle uns vorliege. Probegrabungen könnten entscheiden. Die Fassung selbst ist leicht auszuführen.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 September 2.	450	10,4° (1865 Sept. – 1866 Herbst)	Dr. Bürkli
1865 November	270		„
1866 Frühling	1050		„
1866 Herbst	345		„
1881 Oktober 2.	—	12,0°	H. Albrecht.
1884 Oktober 10.	255	10,5°	„
1884 November 15.	250		„
1885 März 20.	822	10,4°	„

Nr. 4. *Goldenes Thor.* Ein schönes, etwa 3 *m* tiefes Quellbecken ergiesst einen starken Quellbach. Das Goldene Thor schien uns gleich Anfangs unserer Beobachtungen nicht mehr ganz reine Hochquelle, sondern schon zum Theil Grundwasserquelle zu sein. In seinem Sammelgebiete der Richtung des Grundwassers entgegen, gegen Kloten hin, sowie am nördlich langsam ansteigenden Hügelzuge finden sich vorwiegend Düngäcker, nur nördlich etwas Wald. Wir hatten uns alle Möglichkeiten über den Charakter dieser Quelle überlegt, ohne zu einem Entscheide gelangen zu können, bis die Messung vom März uns Anhaltspunkte bot.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 September 2.	2200		Dr. Bürkli.
1865 November	1650		„
1866 Frühling	3300		„
1866 Herbst	1650		„
1881 Oktober 2.	—	10,2°	H. Albrecht.
1884 Oktober 10.	975	10,6°	„
1884 November 15.	900		„
1885 März 20.	1950	11,2°	„

Die ausserordentlich hohe Temperatur weist auf eine Tiefe der Wasseradern unter der Oberfläche von wenigstens 12—15 *m* hin; das rasche, bedeutende Steigen im März, welches zum Verhalten der später zu besprechenden Quellen von Brüttisellen, Wangen etc. in einem sehr unvortheilhaften Gegensatze steht, weist auf grosse Durchlässigkeit des Sammelbodens; das im Verhältniss zu dem raschen Steigen doch geringe Fallen in trockener Zeit deutet auf ein grosses unterirdisches seeartiges Reservoir hin, von dem die Quelle gespiesen werden kann. Diese Erscheinungen sind unerklärlich, wenn wir das Goldene Thor als Hochquelle ansehen; denn der Gletscherschutt der Bergseite ist, wie die Molasse darunter, gar nicht besonders leicht durchlässig. Wohl aber sprechen sie alle dafür, dass der grosse Grundwasserstrom, welcher von Bassersdorf unter Kloten durch gegen Nordwesten sich durch tiefen Kiesgrund bewegt, ein wesentlicher Ernährer des Goldenen Thores sei. So erklärt sich auch die nicht gerade günstige chemische Analyse und der ziemlich hohe Bacillengehalt, den die Untersuchungen im Oktober erwiesen haben.

Der genannte Grundwasserstrom ist nun entschieden zu beanstanden, da er schon in Bassersdorf, dann wieder unter Kloten und auch durch Düngungen überall unterwegs in hohem Masse verunreinigt wird. Ob gesundheitsschädliche Keime bis zum Goldenen Thor gelangen können, ist freilich nicht gewiss. Wir möchten es noch weiteren Untersuchungen überbinden, zu entscheiden, ob das Goldene Thor als Trinkwasserquelle noch verwendet werden dürfe oder nicht.

Die hohe Temperatur zeigt uns ferner, dass eine gründliche Fassung des Goldenen Thores nothwendig auch eine tiefe Fassung sein muss. Dadurch werden wahrscheinlich umliegende Quellen, wie Entennest und theilweise der Brunnbach hierher abgelenkt, zugleich aber verlieren wir von dem ohnehin sehr spärlichen Gefälle für die Ableitung der Quelle. Derjenige Theil, welcher Hochquelle ist, lässt sich vielleicht höher nördlich rein fassen. Versuchsschächte können entscheiden.

Nr. 5. *Brunnbachquelle.* Mitten aus den flachen Feldern, vom goldenen Thor noch weiter in der Richtung gegen Kloten gelegen, tritt der Brunnbach aus. Jedenfalls empfängt diese Quelle einen wesentlichen Theil ihrer Nahrung von Osten unter dem Dorfe Kloten durch; sie ist vorwiegend, vielleicht sogar ausschliesslich, Grundwasserquelle. Nur ein kleinerer Theil ihres Wassers mag ihr von Nordosten und Norden zufliessen und kann vielleicht dort bei Kanzler und Freienberg rein gefasst werden. Wie das goldene Thor, so zeigt auch sie rasches Steigen des Wassers im Frühling. Während aber beim goldenen Thor die Temperatur im März völlig so hoch oder höher als im Herbst steht, ist diejenige des Brunnbaches im Herbst höher und fällt vom November bis März um 3,2°. Während wir es im goldenen Thor mit dem Ausfluss einer tiefern Schicht des Grundwasserstromes zu thun hatten, fliesst hier sein höherer Theil aus, was auch ganz der Lage der Quelle entspricht.

Die chemische Analyse gibt einen zu hohen Gehalt von Chloriden und Nitraten an. Die Brunnbachquelle muss von der Verwendung ausgeschlossen bleiben. Die Messungen sind:

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 November	2175	—	Dr. Bürkli
1866 Frühling	5400	—	„
1866 Herbst	2430	—	„
1881 Oktober 2.	—	12,0°	Albrecht
1884 „ 10.	1398	—	„
1884 „ 18.	—	12,0°	Heim
1884 November 15.	520	—	Albrecht
1885 März 20.	2142	8,8°	„

b. Gebiet von Opfikon.

Nr. 6. Der *Neubrunnen am Holberg* kann rein gefasst werden. Sammelgebiet Aecker und Wiesen, Masse Kies und Sand zur Filtration, keine Mistgruben oder andere dauernde Infektionsherde im Sammelgebiet. Messungen der zwei bis drei kleinen Stränge summirt:

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1867 Frühling	600	—	Dr. Bürkli
1884 Oktober 9.	83	10,6°	Albrecht
1885 März 20.	140	10,2°	„

Nr. 7, 8 und 9. Bei *Opfikon* treten am Rande eines Plateau aus löchriger (quartärer) Nagelfluh am Fusse des Steilrandes desselben eine Menge schöner Quellen hervor. Die Situation erinnert sehr lebhaft an Wangen. Allein während Wangen ganz am Fusse des Plateauabsturzes vollständig ausserhalb der Quellsammelgebiete liegt, steigt leider Opfikon am Steilgehänge hinauf und sitzt gerade mit seinen zahlreichen Mistgruben und Jauchetrögen in der porösen „löchrigen“ Nagelfluh am obern Plateaurande direkt auf oder über der grössten, sonst schönsten Quelle (Nr. 8). Das Sammelgebiet der Opfikoner Quellen wäre im übrigen so gut wie dasjenige der Wangener Quellen. Es enthält viel Wald, und die Aecker und Wiesen liegen so hoch über den Quellgerinnen, dass vollständige Filtration sehr wahrscheinlich ist. Höfe im Sammelgebiete kommen ausserhalb des dicht gedrängten Dorfes nicht vor. Moränenhügel umgeben geschlossene, für die Versickerung sehr günstige Becken. Die Messungen vom 20. März zeigen, dass der Ertrag durch die Versickerung im Februar und März noch nicht gestiegen, die Temperatur noch nicht gesunken ist, was diesen Quellen ein sehr gutes Zeugniss gibt — namentlich auch im Gegensatz zu der Gruppe

unterhalb Kloten, die alle im März schon viel mehr Wasser als Anfangs Winter führen. Von den Quellen in Opfikon sind die nordwestlichen im *Tönli* (Nr. 7) vom Dorfe unbeeinflusst und nach ihrem Sammelgebiet als wahrscheinlich rein und unbedenklich benutzbar zu bezeichnen. Die *Dorfquelle* (Nr. 8) hingegen ist durchaus verdächtig. Sehr wahrscheinlich gelänge es, durch einen Stollen vom Tönli aus hinter dem Dorfe durch etwa 400 bis 600 *m* lang alle Quellen von Opfikon *vor* ihrer Verunreinigung durch die Versickerung im Dorfe abzufangen. Der Stollen müsste in der löchrigen Nagelfluh ausgeführt werden.

Als Anhang folgen noch eine Reihe kleinerer Quellen in gleicher Situation von *Opfikon gegen Wallisellen* (Nr. 9), die gesund und günstig erscheinen. Einen Theil benutzt Oberhausen.

Die Quelle im Dorf Rümlang kommt direkt unter dem Kirchhof und dem Dorfe hervor, wird von Rümlang nicht entlassen, ist aber sehr gefährlich und sollte nicht benutzt werden.

Als Resultat über die Quellgruppe Opfikon fassen wir zusammen: Sammelgebiet gut, Quellen theilweise verunreinigt, wahrscheinlich aber durch Stollen in reinem Zustande gewinnbar. Wir besitzen folgende Messungen:

Nr. 7. Tönli, Opfikon.

	Ertrag 1884 Oktober	Ertrag 1885 März	Temperatur 1884 Oktober	Temperatur 1885 März	Beobachter
Westliche Quelle	16	10	—	—	Albrecht
Eichbrunnen	85	105	10,4⁰	10,0⁰	„
Oestliche Quelle	225	250	10,8⁰	—	„
Uebrige Stränge	—	—	—	—	

Gesammtabfluss Tönli:

	Minutenliter	Beobachter
1884 Oktober 9.	396?	Albrecht
1884 November 15.	448	„
1867 März	1500	Dr. Bürkli
1885 „ 20.	365?	Albrecht

Nr. 8. Dorfquelle Opfikon:

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 Herbst	405	10,2⁰	Dr. Bürkli
1866 Frühling	975		
1867 „	2700		
1883 April 14.	—	10,0⁰	Albrecht
1884 Mai 10.	—	10,2⁰	„
1884 Oktober 9.	642	10,2⁰	„
1884 November 15.	625	—	„
1885 März 20.	525	10,2⁰	„

c. Quellengruppe um Brüttisellen.

Nr. 10. Quellen im *Bächli* zwischen Bassersdorf und Baltensweil. Sammelgebiet mit Düngäckern besetzt, doch ziemlich rasch ansteigend und desshalb wohl genügend filtrirend. Chronische Verunreinigungsherde im Sammelgebiet sind nicht vorhanden.

	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1876 September 12.	600	—	Albrecht
1884 Oktober 11.	198	11,6⁰	„
1885 März 20. ca.	200?	9,6⁰	„

Nr. 11. Quellen in den *Thonäckern*. Situation ähnlich Nr. 10, nicht sehr günstig, aber doch nicht schlecht. Die Quelle ist für das Dorf Baltensweil nach dem Jahr 1876 gefasst worden, wodurch ihr Ertrag bedeutend abgenommen hat. Die Temperatur betrug im September 1876 11,25⁰. Das verlorene Wasser zieht sich jetzt vielleicht gegen die Eichmühlequellen hin. Bessere Fassungsarbeiten könnten es vielleicht wieder gewinnen und zwar reiner, als es dort unten austritt.

Nr. 12. Quellen bei der *Eichmühle* zwischen Dietlikon und Bassersdorf. Diese Quellen kommen aus flachen Wiesen hervor, die weit und breit in der Runde gedüngt werden. Der Untergrund ist theils Gletscherschutt, theils Kies, das Terrain über den Quellläufen ist nicht hoch genug und zu durchlässig, um ein wirksames Filter zu sein. Ferner erhalten diese Quellen wahrscheinlich auch zeitweise noch verunreinigtes Grundwasser von Bassersdorf her. Auch durch die beste Art und Weise der Fassung, die übrigens ziemlich schwierig und weitläufig sein würde, kann das Wasser nicht vor Verunreinigung geschützt werden. Ob Ankauf der ausgedehnten umliegenden Wiesen Erfolg sichern würde, müsste erst durch nähere Untersuchungen festgestellt werden. (Probeschächte, welche über allfällige Zuflüsse vom Dorfe Bassersdorf sichern Aufschluss geben könnten.) Wir besitzen folgende Messungen:

	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1884 Oktober 11.	483	10,2⁰ oberste Quelle 11,5⁰ Quelle Schellenberg	Albrecht
1884 November 15.	606	(Der Quellbach war gereinigt und dadurch der Abfluss erleichtert.)	„
1885 März 20.	2340	9,4 bis 10,4⁰	„

Das starke Steigen der Quantität und Fallen der Temperatur bestätigt unser ungünstiges Urtheil über die Eichmühlequellen. Die Quellgruppe der Eichmühle ist in Beziehung auf Reinheit und Sanität verdächtig und von der Wasserversorgung für Zürich auszuschliessen. Vielleicht liesse sich ein Theil ihres Wassers rein beim „Bächli“ (Nr. 10) fassen, welches sekundär auch zur Speisung der Eichmühlequellen beiträgt.

Nr. 13. In den Wiesen westlich von *Baltensweil* befindet sich eine kleinere Quelle. Das ihr zufliessende Wasser muss von Osten, Nordosten wie Norden her unter den Gehöften von Baltensweil durchgehen. Das Dorf liegt

im Sammelgebiete. Die Verhältnisse sind der Art, dass eine Fassung mit Vermeidung der Verunreinigungen unmöglich ist. Diese Quelle darf nicht für die Wasserversorgung von Zürich verwendet werden. Vielleicht kann sie zusammen mit dem als verdächtig auszuscheidenden Theil des Neunbrunnens zur Wässerung der Streuerieter dienen und dadurch in den Kostenvoranschlägen einige Posten für Entschädigung für Wässerungsrechte zum Wegfall bringen. Zwar ist sie im Jahr 1865 abgestanden, allein bei etwas tieferer Fassung wird sie an Ertrag in trockener Zeit zunehmen. Wir besitzen folgende Zahlen:

	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 Herbst	trocken	—	Bewohner von Baltenschwyl
1884 Oktober 11.	117	—	Albrecht
1884 November 15.	72	—	"
1885 März 20.	1140	9,6°	"

Diese Variationen charakterisiren die Quelle genügend als eine sogenannte „Feldquelle“.

Nr. 14. *Neunbrunnen* bei Baltensweil (Benutzer die Riedtmühle bei Dietlikon). Diese starke Quelle erscheint mitten in der flachen Wiese zwischen Baltensweil und Dietlikon in zwei Strängen. Ringsherum wird gedüngt, und die Oberfläche der Düngäcker ist nahe oder dicht über dem Quelllauf. Verunreinigte Zuflüsse vom Dorfe Baltensweil her sind möglich. Die Hauptmenge der Quelle kommt jedenfalls in der Richtung vom Walde bei Bühl her. Die Neunbrunnenquelle ist der westlichste Hauptabfluss jenes ausgedehnten, waldreichen und reinlichen Sammelgebietes, das östlich von Baltensweil beginnt und sich bis über Wangen hinaus hinzieht. Die Sammelgebiete der Neunbrunnenquelle und der Brüttiseller Quellen hängen zusammen. Derjenige Theil der Neunbrunnenquelle, welcher von dem grossen Waldgebiete herkommt, ohne unter dem Dorf Baltensweil durchzugehen, ist gewiss in Beziehung auf Reinlichkeit und Sanität über allen Zweifel erhaben. Man muss mit dem Fassungsgraben der Quelle in der Richtung gegen den Wald „Bühl“, vielleicht unter dem Eisenbahndamm durch entgegengehen. Sehr wahrscheinlich wird man dadurch die Zuflüsse aus gesundem Sammelgebiet von denjenigen, welche unter Baltensweil durchgegangen sind, trennen können. Vielleicht kann sogar der beste Theil des Neunbrunnens gleichzeitig mit den Brüttisellerquellen (bei Bühl-Schlatt?) aufgefasst werden. Eine einfache Auffassung und Ableitung der Quelle von der Stelle, an welcher sie jetzt aussprudelt, hielte ich hingegen für unzulässig wegen der Verunreinigungsgefahr. Die Fassung komplizirt sich hier wie dann auch bei den Brüttisellerquellen, ist aber mehr weitläufig als schwierig auszuführen. Wir besitzen folgende Messungen:

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 September	3170	10,0°	Dr. Bürkli
1865 November	4590	—	"
1866 Frühling	3915	—	"
1882 Februar 23.	—	9,0°	Albrecht
1883 April 14.	—	9,2°	"
1884 Oktober 11.	2232	10,5°	"
1884 November 15.	1746	—	"
1885 März 20.	2214	9,2°	"

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass die Schwankungen der Neunbrunnenquelle verhältnissmässig gering sind, und es ist zum mindesten wahrscheinlich, dass nach richtiger Fassung dieselben noch unbedeutender sein werden, indem dabei ja die schlechteren und gewiss auch stark schwankenden Beimengungen vom Charakter der Quelle Nr. 13 ausgeschieden werden sollen. Die Messung vom März bestätigt vollständig unser schon lange vorher über diese Quelle abgelegtes Urtheil, das wir in den gleichen Worten wie damals wiedergeben:

Der weitaus grössere Theil des Neunbrunnens kommt aus reinem gutem Sammelgebiete. Sehr wahrscheinlich wird es einer sorgfältig und umsichtig durchgeführten genügend langen Fassung gelingen, die möglicherweise vorhandenen verunreinigten und unkonstanten Zuflüsse abzutrennen, und jedenfalls die Verunreinigungsgelegenheiten durch die Düngung der flachen umgebenden Aecker und Wiesen aufzuheben.

Die Rietmühle Dietlikon wird von dem vereinigten Neunbrunnen und der (Nr. 13) Baltensweilerquelle getrieben. Bei der Rietmühle tritt im Riet ein neues Bächlein, das „Meinacherbächli“ auf, das mehr und mehr an Wasser zunimmt, ohne dass man Quellen sieht. Allein nach Betrachtung des ganzen Gebietes und nach der Temperatur kann ich wie Herr Albrecht, dies Bächlein nicht für den Abfluss neuer Quellen, sondern nur für Sammlung von im oberen Theile der Rieter verlaufenem Wasser des Neunbrunnens, des Eichmühlewassers etc. halten. Ertrag 960 Minutenliter.

Nr. 15. Die *Dorfquelle von Dietlikon* wird benutzt, obschon der Friedhof und der ganze Kranz von Gehöften dicht über derselben stehen. Für uns fällt sie selbstverständlich ausser Betracht. Der Ertrag wurde von Herrn Albrecht am 11. Oktober 1884 zu 318 Minutenliter, die Temperatur am 14. April 1883 zu 9,2° bestimmt.

Nr. 16. *Quellen in Brüttisellen.* Unter dem Dorfe Brüttisellen geht ein sehr starker Quellwasserstrom durch. Derselbe hat nach den Sondirungen, welche die Gemeinde früher auf Anrathen von Herrn Albrecht hat ausführen lassen, ein ziemliches Gefälle gegen S W, und geht durch

Gletscherschutt und Kies. Bei Hochwasser quillt das Wasser in den zahlreichen sehr wenig tiefen Kiesgruben hervor. Fast mitten im Dorf liegen die Brunnenstuben und die Hauptquellen in einer Wiese. Wegen zu geringer Höhe ist eine Spundwand zur Schwellung des Quellstromes eingesetzt worden. Gegenwärtig wird der Quellwasserstrom von Brüttisellen vor seiner Benutzung im Dorfe durch mehrere Mistgruben, Jauchetröge etc., die auf dem durchlässigen Boden stehen und bis in das Wasser hinabreichen, sowie durch Düngung der Felder und Wiesen, die nur durch einen bis wenige Meter Kies von dem Wasser getrennt sind, zeitweise gründlich verunreinigt. Nicht weit oberhalb des Dorfes gelangen wir im „Bühl“ an bewaldetes ansteigendes Terrain. Der weitaus grösste Theil des Sammelgebietes liegt in den ausgedehnten Waldungen in nordöstlicher Richtung des Dorfes und vielleicht theilweise auch noch im Gebiete der Felder in der Richtung östlich gegen Wangen. Die Sammelgebiete des Neunbrunnens, der Brüttiseller- und Wangenerquellen hangen zusammen oder berühren sich dort. Das eigentliche Sammelgebiet der Quellen von Brüttisellen hat die gleichen Vortheile wie dasjenige der Quellen von Wangen und des Neunbrunnens, und der Wald nimmt in demselben einen noch bedeutenderen Antheil, als in den beiden andern. Verunreinigt wird die Quelle erst bei ihrer Annäherung an das Dorf nahe den Austrittsstellen. Es ist durchaus nicht schwierig, den ergiebigen Quellwasserstrom von Brüttisellen oberhalb seiner jetzigen Verunreinigungen abzufangen und zu fassen. In welcher Weise zu diesem Zwecke die Fassungsgraben oder Stollen gelegt werden müssen, kann leicht durch einige, wenige Meter tiefe Veruschsschächte ermittelt werden. Gleichzeitig erwächst durch eine solche Fassung zwischen dem „Bühl“ und dem Dorfe die Möglichkeit, der Gemeinde Brüttisellen das wenige von ihr benöthigte Wasser aus höherem Niveau abzugeben, was die Gemeinde dringend wünscht, da ihre Brunnen jetzt alle zu tief liegen. Die Fassungsarbeiten werden etwas weitläufig, aber nicht gerade schwierig ausfallen, und eine bedeutende Vermehrung des Quellenertrages geben.

Unser Resultat fassen wir in die Worte:

a) Das eigentliche Sammelgebiet des Brüttiseller Quellwasserstromes erregt in Beziehung auf Reinlichkeit und Sanität keinerlei besondere Bedenken.

b) Es ist ganz bestimmt leicht möglich, die für die jetzigen Ausflusspunkte bestehenden Verunreinigungen durch Fassung oberhalb des Dorfes abzuschneiden.

Wir besitzen über die Brüttiseller Quellen folgende Messungen, die sich auf den gesammelten Quellbach dicht unter dem Dorfe nach Ableitung der Brunnenwasser beziehen.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1865 November 2.	930		Dr. Bürkli.
1866 Frühling	945		„
1866 Herbst	975		„
1883 April	—	9,4⁰	H. Albrecht.
1884 Oktober 10.	1188	11,8⁰	„
1884 November 15.	1174		„
1885 März 20.	1362	8,2—8,8⁰	„

Hieraus erweist sich die grosse Gleichmässigkeit und somit ursprüngliche Güte der Quelle einerseits. In der ziemlich starken Temperaturschwankung andererseits spricht sich der Einfluss der geringen Tiefe unter dem Boden aus, in welcher die Quelle auf ihrem letzten Stück gleich oberhalb des Dorfes und im Dorfe sich bewegt, und in welchem sich auch jetzt, ohne rationelle Fassung, die Verunreinigung erzeugt.

Nr. 17 und 18. Quellen von *Wangen*. Wangen hat zwei Hauptquellen. Die eine ist nahe hinter der Kirche gelegen und dient einer Seidenzwirnerei als Triebkraft; sie entspringt unterhalb des in der Karte 1 : 25 000 eingetragenen „Hungerbrunnens“. Die andere befindet sich am östlichsten Ende des Dorfes, speist den Fabrikweiher der zweiten grossen Seidenzwirnerei des Hrn. Appenzeller, und bildet zugleich die Triebkraft für die Jucker'sche Bleiche.

Das Dorf Wangen liegt auf der Ebene, hinter welcher das Gehänge rasch hoch ansteigt. Die Quellen fliessen im unteren Theil der Böschung aus „löchriger Nagelfluh“ (quartärem, theilweise verkittetem Kies) heraus. Die Zwischenräume der Gerölle sind mit feinem Sand gefüllt. Der „Hungerbrunnen“ ist die Ueberschluckquelle der Quelle hinter der Kirche. Das Sammelgebiet von Nr. 17 und 18 liegt ausschliesslich nördlich und nordöstlich von dem Dorf und hängt mit demjenigen der Quellen Nr. 14 und 16 zusammen. Das ganze Dorf liegt ausserhalb des Sammelgebietes. Die Oberfläche des Sammelgebietes ist theilweise von löchriger Nagelfluh, theilweise von derselben aufgesetzten Moränen gebildet. Zunächst über den Quellen herrscht Weinbau, Wiesen- und Ackerbau vor. Hier wird allerdings gedüngt, allein das Terrain liegt schon so hoch über der Quelle, und von deren gesammelten Gerinnen schon durch so bedeutende Massen feinen Filtrationsmateriales getrennt, dass wir nach unserer Ueberzeugung von der Düngung für unsere Quellen nichts mehr zu fürchten haben. Etwas entfernter folgt ausgedehnte Waldung, die Korporationseigenthum ist und wohl stets Waldung bleiben wird. Aus der welligen Plateaufläche, welche das Sammelgebiet der Wangenerquellen bildet, fliesst nicht das geringste Bächlein ab, alles versickert. Der gesammte Bau der Gegend ist für Quellbildung sehr günstig.

Chronische Infektionsherde, welche durch dauernde Uebersättigung des Bodens allmälig jede Filtration zu Schanden machen könnten, wie Mistgruben und Jauchetröge, die undicht sind oder bei Regen überfliessen, kommen im ganzen Sammelgebiet der Wangenerquellen *nicht* vor. Nicht ein einziges Haus, nicht eine einzige Stallung liegt über dem Steilrande des Plateau.

Die Beschaffenheit des Sammelgebietes der Quellen von Wangen ist somit als sehr günstig zu bezeichnen und bietet keinerlei Veranlassung zu Bedenken in sanitarischer Beziehung. Dem entsprechend erschien auch wenigstens zur Zeit unseres Besuches das Quellwasser in den Weihern in dickerer Schicht über einem weissen Untergrund fast rein blau, nicht grün.

Die Fassungsarbeiten für beide Quellen von Wangen sind etwas weitläufig, aber leicht auszuführen, die Expropriationen kostspielig. Wir besitzen folgende Messungen:

Nr. 17. Quelle hinter der Kirche.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1884 Oktober 11.	1142	10,6°	H. Albrecht.
1884 November 8.	650	—	„
1885 März 20.	889	10,0°	„
Ueberschluckquelle zu Nr. 17 „Hungerbrunnen“ 2 *m* höher			
1883 Mai 16.	2000	—	H. Albrecht.
1884 Oktober 11.	trocken	—	„

Das Quantum der Quelle 17 ist somit sehr konstant, die Härte ist vollständig konstant. Die Temperatur schwankt wohl bloss desshalb, weil die Quelle in ihrem letzten Stück wenig tief unter dem eingesenkten Seitenthälchen fliesst.

Nr. 18. Quelle „unter den neuen Reben“.

Zeit	Ertrag	Temperatur	Beobachter
1884 Oktober 11.	1200	10,2°	H. Albrecht
1884 November 8.	1160	—	„

Weil die Quellen verdeckt im Fabrikweiher ausbrechen, können sie nicht direkt gemessen werden. Je nachdem aber die Schleusen des letzteren geändert werden, ändert sich der Abfluss des Weihers. Solche Veränderungen haben die Messung wiederholt, und leider auch im März 1885, vereitelt. Die Gleichheit im Bau des Sammelgebietes und die innige Verschmelzung der Sammelgebiete von Nr. 17 und 18 lässt übrigens mit Sicherheit auf gleichen Charakter beider Quellen schliessen.

Als die besten Quellen des Glattthalgebietes Gruppe XI erweisen sich somit diejenigen von Opfikon, Brüttisellen, Neunbrunnen und Wangen.

Von den ca. 10,000 bis 11,000 Minutenlitern summirtem Oktober-(1884)-Ertrag der sämmtlichen Quellen der Gruppe XI sind wegen unzuverlässigem und für Reinheit und Sanität dringend verdächtigem Sammelgebiete ca. 3000 bis 4000 Minutenliter abzurechnen, während andererseits durch rationelle Fassung der guten Quellen einige Vermehrung gewonnen werden kann. Wir dürfen somit für gewöhnliche Trockenheit auf noch ca. 7000 Minutenliter für ausnahmsweise Jahre wie 1865 allerdings kaum mehr auf 5000 rechnen.

Oktober und März 1884/85.

Albert Heim.
Heinrich Albrecht.

IV. Bericht über die Grundwasser im Sihlthal und Sihlfeld.

Die Frage, ob Grundwasser des Sihlfeldes zur Wasserversorgung verwendet werden könne, soll im Folgenden geprüft werden.

Um den Verlauf des Grundwassers genauer zu bestimmen, und seine Herkunft erkennen zu können, hat der Herr Stadtingenieur auf meinen Wunsch jeweilen an frühem Morgen den Wasserstand zahlreicher Sodbrunnen des Gebietes vor dem Gebrauche einnivelliren lassen. Daraus ist ein Plan hervorgegangen, welcher in Horizontalkurven den Stand der Grundwasseroberfläche gegen Ende November 1884 angibt. An der Hand dieser Darstellung und mit Hülfe verschiedener früherer wie neuerer Beobachtungen, gelangen wir zu folgender Einsicht in den Verlauf des Grundwassers.

1. *Utogrundwasser.* Ein ganzer Strom von Wasser, der zahlreiche Sode und laufende Brunnen speist, kommt vom Uetliberg herunter und geht im Kies unter dem aufgelagerten Lehm der Ziegelfabriken durch bis ungefähr zu der Linie, welche die Sihlbrücke der Utobahn mit dem Theil der äusseren Badenerstrasse verbindet. Dieses Wasser ist gänzlich unabhängig von der Sihl, es hat aber die unangenehme Eigenschaft, durch etwelchen Eisengehalt die Bildung der Eisenalge sehr zu befördern, so dass die Wasserleitungen und Brunnenstuben sehr schwierig rein zu halten sind.

2. *Limmatthalgrundwasser.* In dem ganzen breiten Gebiete von der Badenerstrasse bis an die Limmat, das an der Oberfläche vom Uto gegen die Limmat abfällt, so dass die Horizontalkurven der Bodenoberfläche der Limmat parallel gehen, gehen hingegen die Grundwasseroberflächenkurven senkrecht auf die Limmat, der breite Grundwasserstrom bewegt sich also nicht *gegen* die Limmat, sondern

parallel mit derselben und deutet vollständig den alten breiten Thallauf an, aus welchem die Limmat allmälig durch den aufgelagerten Sihlschuttkegel an den rechten Rand hinübergedrängt worden ist.

3. *Sihlthalgrundwasser.* Aus dem Gebiete der Allmend kommt ein Grundwasser, das als Grundwasser des Sihlthales zu bezeichnen ist. Dasselbe fällt langsam bis in die Nähe der Papierfabrik, dann, wo es stark gepumpt wird, rascher. Als im Jahr 1868 die Fassung der Gemeinde Wiedikon, welche im Utogrundwasser schöpft, 4 *m* tiefer gelegt wurde, sank auch der Wasserstand bei der Papierfabrik: Dort befinden wir uns gerade an der Stelle, wo Utogrundwasser und Sihlthalgrundwasser sich mengen.

Wir können also im Grundwasser zwischen Limmat und Uetliberg drei Hauptheile unterscheiden:

Von Südwesten kommt als Bergwasser das *„Utogrundwasser“*, etwa auf der Linie von der Papierfabrik gegen Dorf Wiedikon trifft es zusammen mit dem *„Sihlthalgrundwasser“*. Beide ergiessen sich hiernach in das *Limmatthalgrundwasser.*

Das erstere wird gespiesen vom Versickerungswasser am Abhang des Uetliberges und erhält seine Eisenalge aus einzelnen in der Tiefe befindlichen alten Torfresten. Südlich der Utobrauerei befindet sich ein Felsriff unter der Moräne; dasselbe erzeugt einen plötzlichen Ueberfall des Grundwassers. Dort ungefähr hört auch die Lehmdecke über dem Kies auf.

Das Sihlthalgrundwasser wird von verschiedenen Quellen der Sihlgehänge, von der Versickerung auf dem flachen Boden des Sihlthales (Allmend etc.) und theilweise vielleicht auch von der Sihl gespiesen.

Das Grundwasser des Limmatthales wird hauptsächlich von den beiden erstern gespiesen; sodann erhält es weitere Nahrung von: Limmat, Schanzengraben, Sihlkanal, Sihl, vielleicht auch, doch fraglich, vom See, ferner von der Versickerung in dem Gebiete der Stadt, Aussersihl, Wiedikon, Sihlfeld, Hard, und von den Abwassern dieses bevölkerten Gebietes. Dass das Limmatthalgrundwasser trotz der starken Speisung vom Uetliberg her, doch mit seinen Horizontalkurven senkrecht zum Utoabhang und zur Limmat steht, rührt von der unterliegenden, eingedeckten ursprünglicheren Form des Thalweges her, und steht ferner in Zusammenhang damit, dass in weiter Ausdehnung über diesem alten Molassethalboden leicht durchlässiger Kies liegt. In der Stadt liegen über diesem Kies Moränen, Grundmoräne und Obermoräne, jüngere Kieslager und anderes jüngeres Schwemmland. Im Sihlfeld liegt darüber vor allen der Schuttkegel der Sihl. Diese sämmtlichen Materialien aber sind durchlässig, die einen weniger, die andern leichter, vielfach sogar sehr leicht durchlässig. Es folgt hieraus, dass das Limmatthalgrundwasser nicht abgeschlossen ist von den Vorgängen an der Oberfläche, sondern von der Oberfläche aus verunreinigt werden kann.

Wenn nun im *Unteren Hard* das Grundwasser in einer langen Sickerleitung gefasst und aus derselben gepumpt würde im Betrag von 15,000 bis 20,000 Liter per Minute, so würden die Grundwasserkurven des Limmatthales sich alle drehen. Das Wasser flösse nun statt in der Richtung der Limmat nach der Pumpstelle hin, und es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass wir auf diese Weise aus weitem Umkreise das Grundwasser mehr und mehr, auf von Jahr zu Jahr immer offener sich ausspülenden Gerinnen nach der Pumpstelle hin zusammenziehen würden. Wir würden das Grundwasser der linkseitigen Stadt, das Grundwasser von Wiedikon und von Aussersihl pumpen. Da nun das Grundwasser in oft grobem Kies fliesst und stets weitere Gerinne ausspülen würde, so kann keine Filtration eintreten. Das Wasser würde an der Pumpstelle nahezu unverändert mit derjenigen Beschaffenheit resp. Verunreinigung eintreffen, die es auf seinen früheren Wegen angenommen hat. Dass Grundwasser unter so reich bewohntem Gebiete sehr verunreinigt sein kann — namentlich in Zeiten starker Versickerung von der Oberfläche, ist selbstverständlich. Die Verunreinigungsgelegenheiten in dem vorliegenden Falle sind:

1. Undichtheit zahlreicher Abwasserkanäle im Boden. Hier ist noch zu bemerken, dass manche Abwasserkanäle von Zürich und Umgebung in derjenigen Bodenzone liegen, die zeitweise über, zeitweise unter Grundwasser liegt. In Folge hiervon ist eine Selbstausdichtung der Kanäle durch Verschlammen der undichten Stellen nicht möglich, denn da zeitweise das Grundwasser in die Kanäle hineingeht, spült es die von der Kanalseite verschlammten Poren wieder aus.

2. Verunreinigter Untergrund seit alter Zeit durch Senkgruben und Abfallgruben aller Art.

3. Abfallgruben, in welchen industrielle Abfälle „verlocht“ werden.

4. Zahlreiche Senkgruben aller Art ausserhalb dem Kanalnetz.

5. Zahlreiche alte Sodbrunnenschächte, die, weil unbenutzt, halb eingefallen sind und in welchen allerlei Abwasser versickern.

6. Eine ziemliche Anzahl von Friedhöfen, die theils noch im Betrieb sind, theils nicht mehr zu weitern Beerdigungen dienen, aber doch noch nicht als unschädlich geworden bezeichnet werden können: alter kathol. Friedhof, neuer kathol. Friedhof, Friedhof St. Jakob in Aussersihl,

neuer Friedhof in Aussersihl, neuer Friedhof in Wiedikon, neuer sogen. „Central-Friedhof" der Stadt Zürich, neuer Friedhof Enge etc.

Die chemische Untersuchung der Wasser des Centralschulhauses Aussersihl (Sodbrunnen), sowie des Sodbrunnens im Oberhard und auf dem Friedhof Enge hat schon jetzt bei für die Reinheit sehr günstiger Witterung schlechte Resultate ergeben, wie die beiliegenden Analysen (vergl. Spezialbericht über die chem. Untersuchungen) bezeugen. Wenn nun dazwischen auch einzelne Striche mit besseren Resultaten der Analyse erscheinen, so verbessert dies die Sachlage nicht, denn bei starkem Pumpen des Grundwassers verändert sich dessen Strömungsrichtung und das gute wird mit dem schlechten gemischt zur Pumpe kommen. Es ist ferner einleuchtend, dass mit Vermehrung der Bevölkerung sich die Gelegenheiten zur Verunreinigung trotz guter Kanalisation und dergleichen vermehren werden.

Gewiss wäre es ganz und gar nicht zu verantworten, dieses Limmatthalgrundwasser, das Grundwasser des Sihlfeldes, das in der That nur das von verschiedenen Stellen her verdünnte Abwasser des reich bevölkerten und mit Friedhöfen besetzten Gebietes ist, als Trinkwasser offeriren zu wollen, um so weniger, als ein organische Fäulnissstoffe bindender zurückhaltender Boden nicht vorhanden ist, oder doch nur auf einzelnen Strecken vorkommt, und es sich im übrigen um nicht filtrirenden und gewiss auch nur sehr langsame Oxydation zulassenden Boden handelt. Die Bodenluft des Gebietes ist arm an Sauerstoff und desshalb die Selbstreinigung des Wassers durch Oxydation eine im Vergleich zu einem Oberflächenwasser sehr gehinderte.

Wenn eine Grundwasserfassung mit energischem Betrieb in die Nähe eines Flusses gelegt wird, besteht stets die Gefahr, dass allmälig offene Verbindungen vom Flusse nach der Grundwasserfassung sich ausspülen, was unter gewöhnlichen Verhältnissen z. B. gegenüber gewöhnlichen Sodbrunnen nicht zu befürchten ist. Wenn aber die Limmat hier unten, unterhalb des Schlachthauses in die Wasserversorgung eindringen würde, wäre dies unvergleichlich gefährlicher, als wenn weiter oben, wo sie noch viel weniger Verunreinigungen ausgesetzt ist, Limmatwasser getrunken würde.

Angesichts dieser Verunreinigungsgefahren kann es sich nicht darum handeln, das Grundwasser des Limmatthales zu einer Wasserversorgung zu verwenden. Es bleibt zu untersuchen, ob das Utogrundwasser oder das Sihlthalgrundwasser verwerthbar sind.

Wir bedürfen 15 000 bis 20 000 Minutenliter Wasser. Bei der vorhandenen Bodenbeschaffenheit dürfen wir auf keinen höheren durchschnittlichen Ertrag in trockener Zeit, als höchstens auf zwei Minutenliter von der Hektare Sammelfläche rechnen. Das Grundwasser täuscht oft bedenklich, denn man hat es dabei mit einem alt angesammelten Wasservorrath zu thun, der bei anhaltender Benutzung aufgezehrt wird. Schon an vielen Orten haben Grundwasserversorgungen in der trockenen Jahreszeit nach wenigen Jahren Bestand regelmässig versagt. Um 20 000 Minutenliter zu liefern, müsste das zugehörige Sammelgebiet eine Grundfläche von 10 000 Hektaren = 100 km^2 besitzen.

Das „Utogrundwasser" hat eine Sammelfläche von 6 bis *höchstens* $6^1/_2$ km^2, kann also in trockenster Zeit nicht über 600, im Mittel wenig über 1000 bis 1500 Liter liefern, also nicht einmal einen Zehntel unseres Bedarfes. Ausserdem würde eine gründliche Fassung des Utogrundwassers mit sich führen: Expropriation oder Entschädigung für Wasserentzug an die Ziegeleifabriken, an die Utobrauerei, an die Gemeinde Wiedikon und eine Anzahl von Privaten. Angesichts der erschreckenden Erfahrungen, welche man in Berlin mit Grundwasser gemacht hat, welches geneigt ist, die braune Alge zu beherbergen, dürfte überdiess schon aus diesem Grunde die Verwendung des „Wiedikonerquellwassers" (= Utogrundwasser, wie wir es oben genannt haben) unrathsam sein.

Das Sihlgrundwasser wird von der Papierfabrik an der Sihl in drei Schächten intensiv gepumpt. Unmittelbar daneben erscheint im Sihlbett der Molassefels. Aus einer ganzen Reihe von Thatsachen, welche den geologischen Bau des unteren Sihlthales charakterisiren, und deren detaillirte Aufzählung hier wohl zu weit führen würde, geht hervor, dass über den Molassefelsflächen nur wenig Kies liegt, das Grundwasser wenig tief geht und wahrscheinlich fast alles vorhandene Grundwasser des Sihlthales oder doch der grösste Theil desselben von der Papierfabrik mit etwa 4000 Minutenlitern ausgepumpt wird. Zur Speisung des Sihlthalgrundwassers dient, ausser den ebenen Thalflächen, nur der Abhang gegen den Uetliberg und Albis. Oestlich reicht das Sammelgebiet des Sihlgrundwassers in der Regel nicht bis zur Wasserscheide zwischen Sihl und See, indem schon viel früher die schwer durchlässige Molasse mit ihrer Oberfläche seewärts fällt und das Wasser dorthin weist. Es bleibt uns also als Sammelgebiet für das Sihlgrundwasser nur ein Strich von höchstens $1^1/_2$ bis 2 *km* mittlerer Breite zur Verfügung. Um hier nun 20 000 Minutenliter Wasser zu gewinnen, bedürften wir einer Entwicklung des Sammelgebietes in der Richtung des Sihllaufes von über 50 *km*. Damit würden wir aber über Einsiedeln hinauf bis an den Gipfel des Druhsberges reichen. In der That besteht für das Sihlthalgrundwasser dieses Sammelgebiet nicht, denn an mehreren Stellen noch unterhalb der „Sihlbrugg" läuft

die Sihl über Molasseschwellen, welche alles obere Grundwasser abgeschnitten haben. Das letztere ergiesst sich auf alten Thalwegen schon an zahlreichen anderen Stellen gegen den See hinaus (Quellen im See, Quellen von Richtersweil, Wädensweil etc.). In der That können wir für das Sihlthalgrundwasser allerhöchstens 20 bis 30 km^2 Sammelgebiet herausfinden, was einen Ertrag von 4000 bis 6000 Minutenliter ergeben würde. Ein weiterer für Wassersammeln im Boden des Sihlthales sehr ungünstiger Umstand besteht darin, dass die Gehänge des Sihlthales sehr arm an Gletscherschutt sind, weil das Sihlthal als solches erst seit dem Moränentransport sich ausgespült hat. Der Molasseschutt in den Nischen des Albis erzeugt keine guten Quellen, welche als konstante Zuflüsse zum Sihlthalgrundwasser angesehen werden könnten. An eine wesentliche Ernährung des Sihlthalgrundwassers durch einfiltrirendes Sihlwasser ist kaum zu denken, weil ein so oft trübe anschwellender Fluss, wie die Sihl, ihren Untergrund ganz dicht auspicht. Unterhalb der Papierfabrik z. B. fliesst, wie Schächte, Sode etc. bewiesen haben, kein Tropfen Sihlwasser durch das ausgeschlammte Sihlbett hinab in das Grundwasser. Das Sihlthalgrundwasser wäre somit dem Quantum nach nicht ausreichend und seine ergiebige Benützung würde überdies Expropriation resp. Entschädigung des Papierfabrikwasserrechtes im Betrage von wenigstens 4000 Minutenliter nach sich ziehen.

In Beziehung auf Qualität ist zum Sihlthalgrundwasser ferner noch folgendes zu bemerken: Noch weit oberhalb der Papierfabrik werden seit langer Zeit die Abfälle der Papierfabrik „verlocht“, was zu Regenzeit schon für das Grundwasser, wie es bei der Papierfabrik gepumpt wird, sehr gefährlich sein kann. Unfern der Pumpschächte in der Papierfabrik stehen Chlorkalkabfallgruben. Das Wasser im Sod des Friedhofes Enge riecht bald nach Jauche — welche wohl vorwiegend vom Giesshübel her sich beimengt — bald nach Abfällen der Papierfabrik. Die Sode am untern Ende der Allmend gelten als schlecht. Weiter oben bei Adlisweil-Langnau, aber auch unterhalb Adlisweil, kommen zahlreiche Verunreinigungsgelegenheiten durch Abfallgruben aller Art, Jauchetröge, Mistgruben, Felderdüngung, Wiesendüngung hinzu. Das Sihlthalgrundwasser kann also zweifellos weder nach Quantität noch nach Qualität genügen.

Resultat: Von einer Grundwasserversorgung aus Limmatthal, Sihlthal oder Utogebiet ist wegen ungenügender Quantität sowohl als wegen grosser Infektionsgefahren vollständig abzusehen.

16. Dezember 1884.

Albert Heim.

V. Bericht über das Grundwasser des Katzenseegebietes.

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob nicht im Katzensee-Furtthale sich eine genügende Menge guten Grundwassers vorfinde, das zu einer Wasserversorgung von Zürich verwendbar wäre. Eine Zusammenfassung der Beobachtungen, welche schon früher Herr Albrecht in jenem Gebiete zu machen Gelegenheit gehabt hat, mit meinen eigenen Beobachtungen, ergibt das Folgende:

Das Katzenseethal, in Molasse gebettet, enthält ziemlich viel Glacialschutt. Es ist durch solchen vom Glattthalgebiet abgedämmt. Beim Katzensee erscheinen ächte Moränen. Die obere Bodenschicht des Gebietes besteht fast durchweg aus unregelmässigem, grusartigem Gletscherschutt. Darunter folgt fast durchweg stark lehmig thoniger Boden (Grundmoräne, Geschiebemergel), dann wieder kiesiger Grund. Auf dem Lehme staut sich vielfach Wasser an, so dass der obere durchlässige Schutt meistens voll Wasser ist. Dieses obere Wasser steht mit dem Katzensee und dem Wasser der ausgedehnten Torfmoore im Ried in direktem Zusammenhang, und ist von den Sümpfen und Torfen, ausserdem von den Abwassern der Dörfer etc. stark verunreinigt. An der Grenze des Kantons Aargau befindet sich eine Stauschwelle, durch welche ein Theil des „Riedes“ besonders im Winter zu einem See gestaut wird, der als Weiher für die Gewerke in Oetlikon und Würenlos dient. Die Schwellhöhe ist dort durch Vertrag der betheiligten Kantone fixirt. Dicht bei Oetlikon läuft eine Moräne querüber, welche zuerst die Wasser des Furtthales gestaut und die Bildung der „Rieder“ veranlasst hat. Rationelle Drainirung und dadurch Sanirung des „Riedes“ ist wegen der kantonalen Verträge, welche damals nach längeren Anständen zu Stande gekommen sind, unmöglich.

Der Schutt *unter* dem schwer- bis undurchlässigen Lehm ist wieder ziemlich reichlich wasserführend. In diesem schöpften die zahlreichen alten, 10 bis 18 *m* tiefen Sodbrunnen der Dörfer Affoltern, Watt, Adlikon, Dällikon etc. ihr Wasser. Das Grundwasser erwies sich aber öfters als schlecht, so dass Bezirksrath Wäckerlin als Wohlthäter verehrt wurde, da er der Gemeinde Watt durch seine Initiative Quellwasser von den nördlichen Hügeln verschaffte. Mehrere andere Ortschaften des Gebietes sind nachher dem Beispiele von Watt gefolgt.

Um durch das Experiment zu entscheiden, ob genügend Grundwasser im Katzenseethal erhältlich wäre, müssten

einige tiefere Versuchsschächte ausgeführt werden. Das Sammelgebiet des Katzensee-Furtthales, nach seiner Ausdehnung gemessen, lässt aber schon berechnen, dass bei der thatsächlichen Bodenbeschaffenheit im günstigsten Falle nicht mehr als etwa 3000 bis 4000 Minutenliter Grundwasser daraus erhältlich sein würden. Allein die Frage ist durch andere Gesichtspunkte in noch bestimmterer Weise schon zu Ungunsten einer Grundwasserversorgung von hier entschieden: Es bestehen nämlich eine Menge von Verbindungen zwischen dem verunreinigten oberen Grundwasser und dem ursprünglich besseren der Tiefe. Unmittelbar neben den alten, jetzt meistens unbenutzten Sodschächten liegen Mistgruben und Jauchetröge in Menge, deren Bestandtheile und Abwasser durch diese Schächte zum unteren Grundwasser hinabsickern. An einigen Orten hat man die alten Schächte mit Steinblöcken gefüllt und benutzt sie als Versickerungstrichter für die Abwasser von den Strassen, Misthaufen, Brunnen. An andern Orten sind die Schächte allmälig eingestürzt, halb verschüttet und wirken ohne Absicht des Menschen als Versickerungstrichter für das obere Grundwasser. Schon heute dürfte es ganz unmöglich sein, noch alle diese alten Schächte ausfindig zu machen, geschweige sie unschädlich zu gestalten. Ausserdem sind noch natürliche Verbindungen des Oberwassers und des unteren Grundwassers durch einzelne undichte Stellen oder Unterbrüche im trennenden Lehme denkbar. Die Thatsache steht jedenfalls fest, dass beständig und auf vielen Stellen zerstreut im ganzen Gebiete und ganz besonders in der Nähe der Dörfer die Verunreinigungen aus der oberen nassen Schicht oder direkt von der Oberfläche in das tiefere Grundwasser hinab gelangen können. Wir könnten es unter solchen Umständen niemals verantworten, solches Grundwasser zur Benützung zu empfehlen.

Allerdings gelangen in einen See vom Ufer her eine Unmenge von Unreinigkeiten, allein dieselben werden relativ rasch durch Oxydation gänzlich aufgezehrt und nicht mit dem übrigen Seewasser gemengt. Beim Grundwasser aber ist die Berührung mit der Luft zu sehr gehindert, es ist zu wenig Verdünnung da und bei Bewegung durch leicht durchlässigen Boden viel zu wenig Filtration vorhanden, als dass die Verunreinigungen sich nicht auf grosse Distanzen erhalten könnten und erhalten müssten.

In Beziehung auf die Fassung will ich noch nachtragen, dass das Grundwasser des fraglichen Gebietes am besten durch einen möglichst tiefen Stollen bei Oetlikon abgezapft werden könnte. Dadurch würde aber auch das Eindringen des Oberwassers an tausend Punkten erleichtert, der Abzugsstollen würde zugleich mittelbar theilweise die „Rieder" drainiren. Die Gewerkschaften bei Oetlikon und Würenlos müssten expropriirt, der Vertrag mit dem Kanton Aargau ausgelöst werden Der Erfolg würde auch in der Richtung nicht ausbleiben, dass allmälig immer zahlreichere Gerinne vom Oberwasser nach dem unten ausfliessenden Grundwasser entstehen würden, so dass die Verunreinigung des letzteren fort und fort zunehmen, die Filtration abnehmen müsste. Selbst ganz undurchlässige Schichten verlieren in solcher Situation ihre Dichtigkeit.

28. Oktober 1884.

Albert Heim.

VI. Bericht über das Grundwasser des Glattthalgebietes.

Vom Greifensee bis über Wallisellen hinab besteht das Glattthal oben aus Torf und Sumpf, welche zwischen einzelnen Moränen liegen und hie und da von solchen, z. B. bei Gfenn und bei Wyl-Dübendorf, unterbrochen werden. Darunter folgt fast immer eine Schicht Lehm und Thon, die ächte Grundmoräne des alten Gletschers — vorwiegend undurchlässig, wie meistens diese thonigen Grundmoränen sind. Im Glattthalgebiet erreicht, wie einzelne Brunnenschächte lehren, dieser Thon und Lehm 30 bis 40 *m* Mächtigkeit. Noch tiefer im alten vorglacialen Glattflussbett folgt wasserführender Kies. Ueber das Quantum dieses unteren Grundwassers ist uns nichts Sicheres bekannt. Man müsste in erster Linie etwa in der Nähe der Herzogenmühle einen Versuchsschacht errichten und dort während mehrerer Jahre lebhaft pumpen.

Im Ganzen scheint das Glattthalgrundwasser, soweit die wenigen Sode desselben annehmen lassen, besser von der Oberfläche und ihren Verunreinigungen abgetrennt zu sein, als das Grundwasser im Katzenseegebiete. Allein dass zahlreiche, nicht kontrolirbare Verbindungen dieses Grundwassers mit unreinen Tagewassern, mit Torfwassern und Abwassern existiren, ist doch sehr wahrscheinlich. Es ist schwer anzugeben, woher das Glattthalgrundwasser vorwiegend gespiesen wird und ist ebenso schwer zu sagen, ob, wenn dasselbe gepumpt wird, es rasch sich wieder ersetzt, oder ob der Nachfluss nach Auspumpen eines bestehenden Vorrathes nicht mehr ausreichen würde. Der Mangel an grösseren Grundwasserquellen im ganzen Glattthale bis unterhalb Glattfelden deutet darauf hin, dass in der Tiefe nicht viel Grundwasser sein kann. Man hat schon bei verschiedenen Grundwasserpumpstationen die Erfahrung gemacht, dass entweder bald der Nachfluss nachlässt oder

dass, wenn dies nicht der Fall ist, das Wasser sich mehr und mehr verschlechtert, was wohl auf mehr und mehr sich ausspülende Verbindungen zwischen dem Grundwasser und den unreinen Tagewassern zurückzuführen ist.

Will man auf das Projekt einer Glattthalgrundwasserversorgung eintreten, so sind in erster Linie ein oder mehrere Versuchsschächte und Pumpinstallationen nothwendig.

Ich muss aber gestehen, dass ich meinerseits mich nicht leicht mit dem Projekte befreunden kann, Wasser unter einem Boden hervorzupumpen, der voll Torf, Sumpf und Dorfschaften steht, und wobei wir die wirkliche Herkunft, das Sammelgebiet des Wassers nicht sicher ermitteln und deshalb auch nicht kontroliren können, und wo ferner die Gelegenheiten zum unfiltrirten Eindringen des Oberwassers sich vielfach jeder Beobachtung entziehen. Dass diese Grundwasser durchweg schlechter als Seewasser sind, kann keinem Zweifel unterliegen.

Oktober 1884.

Albert Heim.

VII. Vergleich der Resultate der verschiedenen Untersuchungsmethoden.

Zur Beurtheilung der Reinheit einer Quelle besitzen wir gegenwärtig drei Methoden:

1. Die chemische Analyse des Quellwassers;
2. Die mikroskopische Analyse des Quellwassers;
3. Die geologische Untersuchung des Sammelgebietes.

Als ein viertes könnten wir die Messungen von Ertrag und Temperatur benutzen, weil immer, lokal abnorme Verhältnisse abgerechnet, starke Schwankungen im Ertrag und der Temperatur parallel gehen mit vermehrten Infektionsgelegenheiten, und die gleichen Umstände, welche eine Quelle in Ertrag und Temperatur ausgleichen, sie auch vor Verunreinigung schützen und gut filtriren.

Nachdem über eine ziemliche Anzahl von Quellen alle, für andere wenigstens zwei oder drei dieser Untersuchungsmethoden in Anwendung gekommen sind, lohnt es sich, die Resultate zu vergleichen und durch einander zu ergänzen. Ich benutze dabei besonders die graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung von Professor Lunge und die Tabelle des Bacillengehaltes von Professor Cramer. (Vgl. Tafel V.)

Es steht fest, dass die chemische wie mikroskopische Zusammensetzung der Quellen mit der Jahreszeit bedeutenden Schwankungen ausgesetzt, und dass namentlich die starken Verunreinigungen mehr vorübergehender Natur sind. Untersuchungen, welche sich bloss auf denjenigen Theil des Jahres (Herbst und Winter) beziehen, da der Quellenstand klein ist, können niemals für eine allseitig sichere Beurtheilung der Quellen genügen, man sollte aus allen Jahreszeiten und bei allen Quellenständen Proben fassen. Allein nur selten kann für die Beurtheilung von Quellen die ausreichende Zeit geboten werden, und auch uns fehlt sie. Es bleibt zu beachten, dass wenn Resultate chemischer und mikroskopischer Prüfung von Quellen untereinander oder für verschiedene Quellen verglichen werden sollen, dies stets nur an Hand ungefähr gleichzeitig gefasster Proben geschehen darf. Es ist denkbar, dass die Maxima und Minima der chemischen und der mikroskopischen Verunreinigung zeitlich nicht genau zusammenfallen, indem für die letztere ausser der Verunreinigung mit organischer Substanz und deren Fäulnissprodukten auch noch die Temperatur und ferner das Stadium des Zersetzungsvorganges wesentlich mit in Betracht fällt. Eine nähere unmittelbare Verunreinigung des Wassers kennzeichnet sich durch hohen Gehalt an organischer Substanz und Ammoniak und durch viele Bacillen, ein späteres Stadium, das entfernter liegenden Verunreinigungen entspricht, weist weniger organische Substanz und Ammoniak, auch weniger Bacillen, dafür aber mehr Salpetersäure auf, (z. B. Brunnbachquelle XI, 5 und Seefeldleitung). Die Winterkälte wird vermuthlich den Bacillengehalt stärker beeinflussen (resp. verringern), als den Gehalt an chemisch nachweisbarer Verunreinigung, doch müssen auch die letztern sehr stark abnehmen, wenn die, die Verunreinigungen spendende, äusserste Bodenschicht gefroren ist.

Für diejenigen Quellen, welche für die Vermehrung der städtischen Brunnen in Aussicht genommen sind, ist eine Fortsetzung der chemischen und mikroskopischen Untersuchungen, sowie der Messungen von Temperatur und Ertrag durch den Frühling und Sommer anzustreben.

Entsprechend der seltenen anhaltenden Trockenheit des Spätsommers und Herbstes 1884 haben wir bei aussergewöhnlich niedrigem Quellstande untersucht und deshalb die Quellen wohl durchweg weit reiner gefunden, als dies im Frühling oder Frühsommer der Fall gewesen wäre, wenn die Zersetzungsvorgänge von abgestorbenen Pflanzen und Thieren und andern Abfallstoffen wieder lebhaft beginnen, und wärmere und massenhaftere Niederschläge diese, wie etwa noch den ausgetragenen Dünger, in den Boden spülen. *Unter einander vergleichend* dürfen indessen die Beobachtungen der Herbstzeit zur Gewinnung von Schlüssen sehr wohl verwendet werden.

Sihl-Lorze-Gebiet (Gruppe III).

2. Die Quelle von *Sittli* ist in ihrer chemischen Zusammensetzung, wie in ihrem Bacillengehalt (234 pro cm^3) derjenigen von Wangen (XI, 17) sehr ähnlich, doch enthält sie etwas mehr organische Substanz. In unserm Berichte über die Quellen des Sihl-Lorze-Gebietes haben wir uns im Allgemeinen günstig über das Sammelgebiet der Sittliquellen ausgesprochen, immerhin ist das Sammelgebiet etwas starker Düngung ausgesetzt, und in demselben steht ein verdächtiger Miststock, für welchen wir Auscementiren vorgesehen haben. Zur Beobachtungszeit sind ohne Zweifel direkte Einflüsse der Art nicht in Wirkung gewesen, das Quellwasser war als gut zu bezeichnen und alle drei Untersuchungsmethoden befinden sich damit in Uebereinstimmung.

4. Die erste Quelle von *Lüthartigen* haben wir als dermalen durch den Weiler Lüthartigen selbst verunreinigt betrachtet und hervorgehoben, dass dieselbe oberhalb des Weilers gefasst werden müsste. Ganz in Uebereinstimmung mit den jetzigen Verhältnissen enthält sie sehr viel Bacillen (8561 pro cm^3). Wir sind überzeugt, dass die Quelle sich rein fassen lässt. Diese Zahl von Bacillen beweist die Nothwendigkeit einer solchen Fassung. Also auch hier ergibt die mikroskopische Prüfung genau dasjenige Resultat, welches die geologische Untersuchung hat erwarten lassen, und auf welche Voraussicht hin die Fassung hinter dem Weiler in Rechnung gezogen worden ist.

5. Die *Schwellbühlquelle* erweist sich reich an organischer Substanz und Ammoniak. Dies darf aber nicht zu sehr auf Lasten der Quelle selbst gesetzt werden; vielmehr haben wir keine Probe zur mikroskopischen Untersuchung deshalb genommen, weil der Austrittspunkt der Quelle in einem Torfbecken versteckt liegt, in welchem durch Pflanzen und Thiere die Verunreinigung erst sekundär eintritt. Ist die Schwellbühlquelle trotz dieser Umstände nicht schlechter als die chemische Analyse es nachweist, so muss sie, gut gefasst, wohl sehr gut sein, was auch nach ihrem Sammelgebiete und nach ihrem ausserordentlich gleichmässigen Ertrag zu erwarten ist.

8. Etwas sonderbar erweist sich die Quellengruppe gegenüber *Haslauben* am linken Sihlufer. Die gefasste Probe hat 27,00 organische Substanz, 0,018 freies, 0,056 albuminoides Ammoniak. Das ist mehr, als wir erwartet hätten. Die mikroskopische Untersuchung aber zeigt nur 112 Bacillen pro cm^3. Die Quelle gehört also immerhin zu den guten. Nach dem Bacillengehalt ist sie die einzige der untersuchten, welche sich schon im Herbst besser als das Zürichseewasser erwies. Sie stellt übrigens den *einzigen* Fall dar, wo die Untersuchungsmethoden nicht gleich auf den ersten Griff zu übereinstimmenden Resultaten gelangt sind. Was die Ursache davon ist, könnte vielleicht einer noch eingehenderen Lokaluntersuchung aufzufinden gelingen.

10. Die *Sihlsprungquellen*, die vortrefflichsten nach der Beschaffenheit des Sammelgebietes, der Vollständigkeit der Filtration, der Ausgleichung in Temperatur und Ertrag erweisen sich auch chemisch als ausgezeichnet. Die mikroskopische Untersuchung fehlt. Es ist zu bedauern, dass diese Quellen für Fassung und Leitung so ausserordentlich schwer zugänglich liegen.

15. Die *Dürrenmooserrietquelle*, welche vom geologischen Gesichtspunkte aus sich sehr gute Prognosen stellt, enthält nur 183 Bacillen pro cm^3. Die chemische Analyse fehlt.

Wir können bei dieser Quellengruppe III konstatiren, dass die Resultate der geologischen und der mikroskopischen und meistens auch zugleich der chemischen Untersuchungen vollständig miteinander übereinstimmen, was unsere Sicherheit im Urtheil wesentlich vermehrt. Die Hauptquellen des Sihlgebietes erweisen sich durch alle Untersuchungen noch besser, als diejenigen des Lorzegebietes.

Glattthalgebiet (Gruppe XI).

Bei natürlichen ungefassten Quellen ist oft der Quellpunkt gegenwärtig nicht frei gelegt, es besteht eine Art torfigen Quellsammelbeckens, in welchem eine Menge sekundärer Organismen leben. Weil diese Schwierigkeit in höherem Masse beim „Entennest“, der „Rietquelle“ und dem „Hundsbrunnen“ (XI. 1, 2 und 3) besteht, sind von dort keine Proben zur mikroskopischen Untersuchung gefasst worden.

4. Das *Goldene Thor* hat im Vergleich zu den wirklich in jeder Richtung guten Quellen etwas mehr organische Substanz und bedeutend mehr freies Ammoniak, ferner 1165 Bacillen per cm^3. Diese Verhältnisse bestätigen den aus dem Bau des Bodens und aus den Schwankungen im Ertrag verglichen mit der ziemlich hohen konstanten Temperatur gezogenen Schluss, dass das Sammelgebiet des Goldenen Thores nicht allein nordöstlich bergwärts liege, sondern dass diese Quelle auch noch bedeutende Beimischungen aus dem verunreinigten Grundwasserstrom von Bassersdorf - Kloten beziehe. Untersuchung bei höherem Quellenstand wird vielleicht noch Entscheidenderes ergeben.

5. *Brunnbachquelle.* Wir haben den Brunnbach als wahrscheinlich vom Grundwasser Klotens gefährdet, ausgeschieden. Die chemische Analyse weist ziemlich viel albuminoïdes Ammoniak (0,05 — Grenze der Zulässigkeit) ferner 5,2 Salpetersäure und 8,52 Chloride auf, während alle anderen der genannten Quellen von den letzteren beiden Stoffen nur Spuren enthalten. Die chemische Unter-

suchung bestätigt also eine Verunreinigung von entfernteren Infektionsherden der Art, dass die Verunreinigung schon als in ein späteres Zersetzungsstadium vorgeschritten betrachtet werden muss. In Uebereinstimmung damit, dass organische Substanz wohl schon aufgezehrt und Salpetersäure entstanden ist, ist auch der Bacillengehalt (670 per cm^3) nicht erschreckend, aber immerhin fast drei Mal so gross, wie gleichzeitig bei den guten Quellen dieser Gruppe (Wangen). Also auch hier konstatiren wir trotz der für die Reinheit ausserordentlich günstigen Zeit eine Uebereinstimmung der Resultate aller drei Untersuchungsmethoden. Die Brunnbachquelle zeigt ein etwas späteres Stadium einer Verunreinigung. Bei stärkerem Wasser wird die Verunreinigung rascher nachrücken. Die Brunnbachquelle ist als entschieden verdächtig wegzulassen.

Goldenes Thor wie Brunnbach erweisen sich chemisch und mikroskopisch als von verdächtiger Qualität im Vergleich zu den gleichzeitig untersuchten sicher guten Quellen. Wir haben bei beiden theilweise Ernährung durch den verunreinigten Grundwasserstrom schon aus dem Bau der Gegend erkannt, und wir haben diesem Umstande die Verunreinigung zugeschrieben. Allein ein Vergleich der Analysen zeigt, dass die *Art* der Verunreinigung bei beiden verschieden ist. Beim Goldenen Thor besteht sie in zu viel freiem Ammoniak und relativ vielen Bacillen, beim Brunnbach hingegen in albuminoïdem Ammoniak, Chloriden und Salpetersäure. Die Temperaturbeobachtungen geben uns einen deutlichen Fingerzeig zur Lösung des scheinbaren Widerspruches. Das Goldene Thor zeichnet sich durch konstante ziemlich hohe, der Brunnbach durch stark variable Temperatur aus. Wir haben es somit hier, wie das übrigens gar nicht selten ist, mit zwei sich etwas verschieden verhaltenden, vielleicht theilweise durch schwer durchlässige Schichten getrennten Etagen von Grundwasser zu thun: der tiefere Theil des Grundwasserstromes speist theilweise das Goldene Thor, der höhere den Brunnbach. Dass nun gerade im höheren Theile die späteren Oxydationsprodukte der Verunreinigungen in grösserer Menge sich finden, ist aus der dort reichlicheren Gelegenheit von Luftaustausch im Vergleich zum vollständigeren Luftabschluss für den tieferen Theil des Grundwasserstromes leicht verständlich. Ein grösserer Grundwasserstrom kann nicht eine in allen Tiefen gleiche Mischung darstellen, da die Zersetzungsprozesse zu sehr von Temperatur und Tiefe abhängen.

7 und 8. *Opfikon* erweist sich sehr interessant in Beziehung auf den Vergleich der Untersuchungsmethoden. Die ganze Quellgruppe ist der Ausfluss eines und desselben, sehr an Wangen erinnernden günstigen Sammelgebietes. Die Quellen im *Tönli* (XI. 7) entfliessen demselben ungestört und enthalten im Mittel 302 Bacillen per cm^3. Sie können als sehr gut gelten. Die Dorfquelle aber muss verunreinigt sein, da das Dorf direkt über die Quelle gestellt worden ist. Wir haben angegeben, dass dieselbe, so wie sie jetzt gefasst ist, nicht benutzt werden dürfte, sondern durch einen Stollen hinter dem verunreinigenden Dorfe gefasst werden müsste. In schlagender Uebereinstimmung hiermit weist die Dorfquelle (XI. 8) 1895, also sechs Mal so viel Bacillen per cm^3 auf und entspricht in der chemischen Analyse nach organischer Substanz und Ammoniak ziemlich genau dem Brunnbach, den wir als unbrauchbar bezeichnet haben.

12. Die *Eichmühlequellen* erweisen sich chemisch sehr schön in der günstigen Zeit der Untersuchung. Da sie aber ganz oberflächlich liegen, sind sie nach Düngung der Wiesen und nach Regen sehr starken Verunreinigungen ausgesetzt, so dass wir sie als unbrauchbar bezeichnet haben. Bei diesem Bau des Gebietes ist es selbstverständlich, dass bei gegebener Gelegenheit die Verunreinigung sehr rasch eintritt, aber auch ebenso rasch wieder ablaufen kann, und dass die chemische Analyse in guten Zeiten nichts Böses finden kann. Die Quellen sind so schlecht, dass sie — ähnlich wie die Wäggithalerquellen — nicht einmal die Verunreinigungen wesentlich auszugleichen vermögen. Der Bacillengehalt scheint weniger rasch zu wechseln als die chemische Verunreinigung. Die mikroskopische Prüfung erweist trotz der für Reinheit so günstigen Zeit im Mittel 1499 Bacillen per cm^3 auf. Nach dieser Bestätigung stehen wir nicht an, die Eichmühlequellen wie schon früher geschehen als unbrauchbar auszuscheiden.

14. Der *Neunbrunnen* stellt sich nach der chemischen Untersuchung ziemlich besser als z. B. Brüttisellen (XI. 16), was durchaus mit der geologischen Untersuchung übereinstimmt, indem beide ursprünglich gleiche Verhältnisse aufweisen, bei Neunbrunnen aber die Verunreinigungen in der unmittelbaren Nähe des Quellenpunktes gegenwärtig fehlen. Hier wie bei der folgenden Nummer XI. 16 werden die Verhältnisse zur Zeit starken Regenfalles nach der Düngung der Aecker bedeutend schlimmer sein, wir haben aber früher gezeigt, dass durch Fassung weiter oben dem Uebelstande abgeholfen werden kann.

16. Die Quellen von *Brüttisellen* zeigen durch die chemische Analyse etwas mehr Verunreinigung. Proben zur mikroskopischen Prüfung sind nicht genommen worden, weil die geologische Untersuchung zeigte, dass nahe am Austrittspunkte die Quelle Verunreinigungen ausgesetzt ist, die durch richtige Fassung sofort zu beseitigen sind. An Stelle der direkten Messungen der Verunreinigungen müssen wir uns hier vorwiegend auf die günstige Beschaffenheit des Sammelgebietes und die nahe Verwandtschaft mit den

Quellen von Wangen uns stützen, wo sekundäre Verunreinigungen fehlen.

17. Die Quelle von *Wangen* gehört in chemischer Beziehung zu den allerbesten. Ganz damit übereinstimmend hat sie auch einen geringen Bacillengehalt (277 pro cm^3) und eine herrlich reinblaue Wasserfarbe. In unserm Bericht über die Beschaffenheit der Sammelgebiete haben wir uns sehr günstig über dasjenige der Quellen von Wangen ausgesprochen und die Quelle als wohl die beste der Gruppe bezeichnet. Alle drei Untersuchungsmethoden befinden sich in vollständigster Uebereinstimmung. Dies gilt bei der Identität der Verhältnisse für beide Quellen von Wangen.

Chemische, mikroskopische und geologische Untersuchung haben somit im Wesentlichen sehr übereinstimmende Resultate auch bei der Gruppe der Glattthalquellen gegeben. Wenn die beiden erstern Untersuchungsmethoden diejenigen Quellen auch nicht als ganz unbrauchbar bezeichnen, die wir doch nach der Beschaffenheit der Sammelgebiete auszuscheiden für unsere Pflicht gehalten haben, so ist hervorzuheben, dass sie eben ausser im strengen Winter wohl kaum jemals so rein sein werden wie zur Zeit der Untersuchung, und dass die Verunreinigungen im Frühjahr aus bekannten Gründen sich wesentlich steigern können. Es ergibt sich eine fast vollständige Parallelität in den Resultaten der drei Untersuchungsmethoden: die nach der Beschaffenheit des Sammelgebietes reinsten Quellen (Wangen, Opfikon Tönli, Sihlsprung etc.) sind dies auch nach der chemischen und mikroskopischen Untersuchung, und überall, wo die Untersuchung des Sammelgebietes Bedenken erregt, finden wir auch chemisch und mikroskopisch oder wenigstens bei der einen der beiden Methoden (Eichmühle XI, 12) entsprechend mehr Verunreinigungen (Lüthartigen, Brüttisellen, Goldenes Thor, Brunnbach, Opfikon Dorfquelle etc.). Wir können dies nur als eine wichtige Bestätigung des im Bericht über die Beschaffenheit der Sammelgebiete früher Gesagten betrachten.

Ueber eine gewisse Anzahl anderer Quellen besitzen wir mikroskopische und theils auch chemische Untersuchungen erst aus der Winterszeit. Dieselben lehren uns, wie sehr der Bacillengehalt der Quellen wie des Sees im Winter fällt Da die Temperatur dieser Quellen aber fast unverändert geblieben ist, kann nicht diese direkt wie etwa beim Seewasser die Schuld daran sein, sondern eher der Frost in der die Unreinheiten spendenden Oberfläche des Sammelgebietes. Weitere Schlüsse lassen sich noch nicht ziehen, wo uns erst die Winterbeobachtungen vorliegen. Ich möchte fast geneigt sein, zu erwarten, dass schlechte, wenig tiefe Quellen im Winter noch bacillenärmer werden, als die bessern, weil die Kälte sie stärker zu beeinflussen vermag. Die ganze Prüfungsmethode ist eben noch neu, spätere Jahre werden hoffentlich erweiterte Erfahrungen zu Gebote stellen.

Dass unsere Kenntniss der betreffenden, hier näher besprochenen Quellen trotz dieser Uebereinstimmung der drei Untersuchungsmethoden noch lange nicht zu einem definitiven, exakten Abschluss gekommen ist, versteht sich von selbst. Es ist nicht undenkbar, dass in einzelnen Fällen diese Uebereinstimmung, weil sie sich bloss auf *eine* chemische und *eine* mikroskopische Prüfung bezieht, in gewissem Grade Zufall ist. Wenn die erweiterte Wasserkommission zu dem Resultate gelangt wäre, die Benützung dieser Quellen zu empfehlen, so hätte dieser Antrag nur ein bedingter in dem Sinne sein können, dass erst noch die Resultate weiterer solcher Untersuchungen im Frühling und Sommer abgewartet werden müssten. Nicht nur werden diese Quellen in ungünstigern Jahreszeiten weit mehr Verunreinigungen zeigen, sondern wahrscheinlich auch untereinander weit grössere Unterschiede aufweisen. In einer für die Qualität so günstigen Zeit wird aber vermuthlich gerade die Proportionalität der verschiedenen Quellen am richtigsten zum Ausdruck kommen, und auf diese legten wir denn auch bei den bisherigen Betrachtungen weit mehr Gewicht, als auf die absoluten Zahlen. Andererseits ist es freilich auch denkbar, dass bei Hochwasser eine sonst gute Quelle plötzlich durch einen, auch aus der Beschaffenheit des Sammelgebietes nicht zu ersehenden, seitlichen, bei Niederwasser gänzlich fehlenden, verunreinigten Zufluss schlecht wird. Es ist mir wahrscheinlich, dass die oben gezeigte sehr schöne Parallelität der Resultate aller drei Untersuchungsmethoden auch zu ungünstigeren Jahreszeiten in gesteigerten Zahlen vorhanden sein wird, allein eine genaue Proportionalität ist natürlich nicht zu erwarten, und es ist sogar denkbar, dass einzelne Quellen dann unerwartete Erscheinungen in der einen oder andern Richtung bieten könnten. Zu einer Vervollständigung und Sicherung der Beurtheilung ist eben die Prüfung nach andauernd ungünstiger Witterung zu wiederholen. Dennoch hielt ich die Zusammenstellung der Resultate der *bisherigen* Untersuchungen wenigstens als eine *vorläufige,* die uns doch schon viele wichtige Fingerzeige gibt, für berechtigt. Im vorliegenden Falle ist sie sogar durch äussere Umstände geboten, da es uns kaum vergönnt sein wird, in der allseitigsten Weise die Untersuchungen über die kommenden Jahreszeiten auszudehnen, indem unsere Berichte schon früher abzugeben sind.

Vergleicht man nun die chemische und mikroskopische Prüfung dieser Quellen mit derjenigen des *Zürichseewassers,* so ergibt sich:

1. Nach Ausscheidung der verdächtigen Quellen weisen die übrigen im Mittel trotz der für sie so günstigen Jahreszeit bedeutend grössere Bacillenzahlen auf, als das Seewasser.
2. Nach Ausscheidung der verdächtigen Quellen weisen die übrigen im Mittel trotz der für sie so günstigen Jahreszeit vollständig ebenso viel chemisch nachweisbare Verunreinigungen auf, als das jetzt unvollständig filtrirte Seewasser.
3. Es bleibt zu beachten, dass während der ganzen Dauer unserer Untersuchungen durch Baggerarbeiten im untern Theile des Sees, welche Seeschlamm aufwühlten, die Beschaffenheit des Seewassers weniger gut war, als sie nachher bei normalen Verhältnissen wieder sein wird.

Es ist hieraus mit voller Bestimmtheit zu erwarten, *dass nach ungünstiger Witterung die Quellwasser an Qualität weit hinter dem Seewasser zurückstehen werden, und besonders mit einem sorgfältig filtrirten Seewasser nach Abschluss der grossen Baggerarbeiten keinerlei Vergleich mehr aushalten werden.* So überraschend für andere wie für uns dies Resultat auch sein mag, so bleibt eben nichts anderes übrig, als den beobachteten Thatsachen sich zu fügen.

März 1885.

Albert Heim.

7. Kostenberechnungen für Quellwasserversorgungen.

(Ergänzung zu den Kapiteln 7 und 8 des allgemeinen Theils.)

Von S. Pestalozzi, Ingenieur.

I. Kostenberechnung über Erwerbung und Zuleitung der Quellen im mittlern Sihl- und Lorzegebiet (Gruppe III).

A. Kosten für Erwerbung und Expropriation.

(Nach den Angaben und Erhebungen von Herrn Albrecht.)

a) Lorzegebiet.

	Fr.	Fr.
1—3. Quellen bei Menzingen:		
Ankauf von Land behufs Quellenfassung	6,000	
Erwerbung der Bachmühle in Menzingen	20,000	
Erwerbung von drei Sägemühlen am Edlibach	40,000	
Entschädigung für Entzug von Wasser an die Eigenthümer im „Grund", im „Sittli" und an das Lehrschwesterninstitut Menzingen	15,000	
Entschädigung für entzogene Wiesenwässerung	5,000	
Total		86,000
4. Quellen bei Lüthartigen:		
Ankauf von Land behufs Fassung	5,000	
Erwerbung der Mühle in Hinterburg	18,000	
Erwerbung der Schreinerei in Hinterburg	2,000	
Erwerbung einer Stampfe (ausser Betrieb)	1,000	
Entschädigung für entzogene Wässerung	15,000	
Total		41,000

b) Saarbachgebiet.

	Fr.	Fr.
5—6. Quellen im Schwellbühl und am Saarbach:		
Erwerbung der Rechte auf Fassung der Quellen	12,000	
Erwerbung der Schwellbühlmühle (ausser Betrieb)	3,000	
Transport	15,000	127,000
Transport	15,000	127,000
Erwerbung der Mühle und Säge am Saarbach	25,000	
Erwerbung der Thalmühle	15,000	
Entschädigung für entzogene Wässerung	20,000	
Total		75,000

c) Sihlgebiet, linkes Ufer.

	Fr.	Fr.
7. Quellen im „Boden" bei Untersparen: Erwerbung	2,000	
8. Quellen in der Haslauben: Erwerbung	4,000	
9. Quellen im Suhner beim Leiterli: Erwerbung	1,000	
10. Quellen im Sihlsprung: Erwerbung	2,000	
11. Quellen bei Hinterberg: Erwerbung	2,000	
12. Quellen an der Neuheimerstrasse: Erwerbung	6,000	
Total		17,000

d) Sihlgebiet, rechtes Ufer.

	Fr.	Fr.
13. Quellen im Sihlsprung	1,000	
14. Quellen in der Bodenrisi	1,000	
15. Quellen im Dürrenmooserried	2,000	
16. Quellen bei Brestenegg	1,000	
Total		5,000
Summe für Erwerbungs- und Expropriationskosten		224,000

B. Kosten für Fassung der Quellen.

(Nach den Angaben von Herrn Albrecht.)

a) Lorzegebiet.

	Fr.
1. Quellen im Grund	5,000
2. Obere Quelle im Sittli	4,000
3. Untere Sittliquellen	12,000
Sicherung gegen Infektion seitens des Hofs „Hasenthal"	1,000
Transport	22,000

	Fr.	Fr.
Transport	22,000	
Sickerkanal für das Grundwasser oberhalb der Bachmühle … …	15,000	
4. Quellen bei Lüthartigen: Fassung und Vortreiben eines 250 *m* langen Stollens behufs Reingewinnung …	30,000	
Total … …		67,000
b) Saarbachgebiet.		
5. Quellen im Schwellbühl … … …	15,000	
6. Uebrige Quellen am Saarbach …	10,000	
Anlage von vier Sickerstollen von je 200 *m* Länge … … … … …	40,000	
Total … …		65,000
c) Sihlgebiet, linkes Ufer.		
7. Quellen im „Boden“ bei Untersparen	5,000	
8. Quellen in der Haslauben… … …	15,000	
9. Quellen im Suhner beim Leiterli…	3,000	
10. Quellen im Sihlsprung: Fassung, Zugangsweg und Sicherung gegen Hochwasser … … … … … …	20,000	
11. Quellen bei Hinterberg … … …	8,000	
12. Quellen an der Neuheimerstrasse…	10,000	
Total … …		61,000
d) Sihlgebiet, rechtes Ufer.		
13. Quellen im Sihlsprung … … …	7,000	
14. Quellen in der Bodenrisi … … …	3,000	
15. Quellen im Dürrenmooserried… …	10,000	
16. Quellen bei Brestenegg … … …	3,000	
Total … …		23,000
Summe für Fassungskosten … …		216,000

C. Kosten für Erwerbung und Zuleitung sämmtlicher disponibeln Quellen für eine einheitliche Wasserversorgung.

(Minimalquantum 8000 Minutenliter; für die Berechnung angenommen 13,200 Minutenliter oder 19,000 m^3 per Tag.)

	Fr.	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A …		224,000
Fassungen der Quellen, Sicherungen u. s. w. nach B … … … … …		216,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen:		
a) Leitung von Menzingen: 5500 *m* à 5 = … … … …	27,500	
b) Leitung vom Saarbach: 2500 *m* à 5 = … … … …	12,500	
c) Leitungen längs der Sihl (Kanton Zug): 11,000 *m* à 3 = … …	33,000	
Zusammen… … …		73,000
Transport… … …		513,000
Transport… … …		513,000
Zuleitung einzelner Quellen:		
Drei Uebergänge über die Sihl: 3 × 2000 = … … … … …	6,000	
Quellen im Dürrenmooserried: 900 *m* von 150 *mm* Weite, à 15 =	13,500	
Quellen bei Brestenegg: 800 *m* von 150 *mm* Weite, à 15 =	12,000	
Zusammen… … …		31,500
Zuleitung der drei Hauptröhrenstränge:		
a) Leitung von Menzingen: 5500 *m* von 300 *mm*, à 29 =…	159,500	
b) Leitung vom Saarbach: 2000 *m* von 250 *mm*, à 25 = …	50,000	
Vereinigung obiger zwei Leitungen: 500 *m* von 350 *mm*, à 34 = …	17,000	
c) Leitung vom linken Sihlufer: 9500 *m* von 300 *mm*, à 32 = …	304,000	
Zusammen… … …		530,500
Hauptleitung von „Thal“ oberhalb der Sihlbrücke bis zur Stadtgrenze: 21,200 *m* von 600 *mm* Weite, à 60 = …		1,272,000
Sammelbrunnenstuben, zwei Stück… … … …		4,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … … …		299,000
Gesammtkosten		2,650,000

D. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 7200 Minutenliter oder 10,400 m^3 per Tag,
ausreichend für vollständige Hauswasserversorgung von Stadt und Ausgemeinden.

(Hiezu sind sämmtliche Quellen zu verwenden, mit Ausnahme derjenigen des rechten Sihlufers.)

	Fr.	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A: Fr. 224,000 — 5000 = … …		219,000
Fassung der Quellen, Sicherungen u. s. w. nach B: Fr. 216,000 — 23,000 = …		193,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen wie in C: … … … … … … … … … …		73,000
Zuleitung der drei Hauptröhrenstränge:		
a) Leitung von Menzingen: 5500 *m* von 200 *mm*, à 20 =	Fr. 110,000	
b) Leitung vom Saarbach: 2000 *m* von 200 *mm*, à 20 =	„ 40,000	
Vereinigung obiger zwei Leitungen 500 *m* von 300 *mm*, à 28 =	„ 14,000	
c) Leitung vom linken Sihlufer 9500 *m* von 250 *mm*, à 27 =	„ 256,500	
Zusammen		420,500
Transport		905,500

	Fr.
Transport	905,500
Hauptleitung von „Thal“ oberhalb der Sihlbrücke bis zur Stadtgrenze,	
21,200 *m* von 500 *mm*, à 49 = … …	1,038,800
Sammelbrunnenstuben, zwei Stück … … …	4,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … … …	301,700
Gesammtkosten	2,250,000

E. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 3200 Minutenliter oder 4500 m^3 per Tag,

ausreichend für den Wasserbedarf der Küchen in Stadt und Ausgemeinden.

(Dieses Quantum wird durch die Quellgruppen von Menzingen und vom Saarbachthal geliefert.)

	Fr.	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen nach A:		
1—3. Quellen von Menzingen …	86,000	
4. Quellen von Lüthartigen …	41,000	
5—6. Quellen von Saarbach …	75,000	
Zusammen … … …		202,000
Fassung der Quellen, Sicherungen u. s. w. nach B:		
a) Lorzegebiet … … … … … …	67,000	
b) Saarbachgebiet … … … … …	65,000	
Zusammen … … …		132,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen, wie in C:		
a) Leitung von Menzingen 5500 *m* à 5 = … … … … …	27,500	
b) Leitung vom Saarbach 2500 *m* à 5 = … … … … …	12,500	
c) Leitung längs der Sihl 1500 *m* à 3 = … … … … …	4,500	
Zusammen … … …		44,500
Zuleitung der beiden Röhrenstränge		
a) Leitung von Menzingen 5500 *m* von 200 *mm*, à 20 =	110,000	
b) Leitung vom Saarbach 2000 *m* von 200 *mm*, à 20 =	40,000	
Vereinigung beider Leitungen 500 *m* von 250 *mm*, à 25 =	12,500	
Zusammen … … …		162,500
Hauptleitung von „Thal“ oberhalb der Sihlbrücke bis zur Stadtgrenze, 21,200 *m* von 350 *mm*, à 34 = … … …		720,800
Sammelbrunnenstuben, zwei Stück … … … …		3,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … … … …		135,200
Gesammtkosten … …		1,400,000

F. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 2250 Minutenliter oder 3200 m^3 per Tag,

ausreichend für vollständige Hauswasserversorgung der engern Stadt, aber mit Möglichkeit des Anschlusses der Ausgemeinden.

(Das Quantum von 2250 *l* ist aus dem Saarbachgebiet erhältlich.)

		Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen,		
5—6. Quellen vom Saarbach … … …		75,000
Fassung der Quellen, Sicherungen u. s. w. nach B		
b) Saarbachgebiet … … … … … …		65,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen nach C		
Leitung vom Saarbach bis „Thal“ 2500 *m* à 5 = … …	Fr. 12,500	
Leitung längs der Sihl 1500 *m* à 3 = … …	„ 4500	
Zusammen … … …		17,000
Zuleitung vom Saarbach bis „Thal“: 2500 *m* von 200 *mm*, à 20 = … … …		50,000
Hauptleitung vom „Thal“ oberhalb der Sihlbrücke bis zur Stadtgrenze 21,200 *m* von 500 *mm*, à 49 = … …		1,038,800
Sammelbrunnenstube, zwei Stück … … …		4,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses … … …		150,200
Gesammtkosten … …		1,400,000

G. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 1000 Minutenliter oder 1400 m^3 per Tag,

ausreichend für den Wasserbedarf der Küchen der engern Stadt, aber mit Möglichkeit des Anschlusses der Ausgemeinden.

(Das Quantum von 1000 *l* ist aus einem Theil der Saarbachquellen erhältlich.)

		Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen:		
5—6. Quellen vom Saarbach (theilweise)		45,000
Fassung der Quellen, Sicherungen u. s. w. …		40,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen		
Leitung vom Saarbach bis „Thal“: 1300 *m* à 5 = … … …	Fr. 6500	
Leitung längs der Sihl 1500 *m* à 3 = … … …	„ 4500	
Zusammen … … …		11,000
Zuleitung vom Saarbach bis „Thal“ 1300 *m* von 200 *mm*, à 20 = … … …		26,000
Hauptleitung vom „Thal“ oberhalb der Sihlbrücke bis zur Stadtgrenze 21,200 *m* von 350 *mm*, à 34 = … …		720,800
Transport		842,800

Transport	842,800
Brunnenstuben, zwei Stück	3,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses	104,200
Gesammtkosten	950,000

Anmerkung. Wenn die aufzubringenden 1000 *l* bloss zur *Vermehrung des Trinkwassers* in Stadt und Ausgemeinden zu dienen hätten, so könnten die Durchmesser der Zuleitungsröhren vermindert werden und zwar für die Leitung vom Saarbach bis „Thal" auf 150 *mm*, von „Thal" bis zur Stadtgrenze auf 250 *mm;* die bezüglichen Kosten wären dann:

Zuleitung vom Saarbach bis „Thal" 1300 *m* à 15 =	Fr. 19,500
Hauptleitung von „Thal" bis zur Stadt 21,200 *m* à 25 =	„ 530,000

Rechnet man den Posten für „Allgemeines u. s. w." zu 81,500 Fr., so stellt sich die Kostensumme bei dieser Voraussetzung auf 730,000 Fr.

II. Kostenberechnung über Erwerbung und Zuleitung der Quellen im Glattthalgebiet (Gruppe XI).

A. Kosten für Erwerbung und Expropriation.

(Nach den Angaben und Erhebungen von Hrn. Albrecht.)

	Fr.	Fr.
a) Quellen von Kloten.		
3. Erwerbung der Quelle „Entennest"	3,000	
4. Erwerbung der Quelle „Goldenes Thor"	6,000	
Entschädigung für entzogene Wiesenwässerung	96,000	
Total		105,000
b) Quellen von Opfikon.		
6. Neubrunnen am Holberg: Recht auf Fassung	1,000	
7. Erwerbung der Quellen im Tönli 400 *l* à 50 = ...	20,000	
8. Erwerbung der Dorfquelle von Opfikon 600 *l* à 50 = ...	30,000	
Entschädigung an die Dorfmühle	15,000	
Entschädigung an die Gemeinde für Wasserentzug	10,000	
Total		76,000
c) Quellen von Brüttisellen.		
10. 11. Erwerbung der Quellen im „Bächli" und in den „Thonäckern" 500 *l* à 30 = ...	15,000	
14. Erwerbung des Wassers vom Neunbrunnen 2250 *l* à 20 = ...	45,000	
Erwerbung der Rietmühle bei Dietlikon	20,000	
Entschädigung für entzogene Wiesenwässerung...	120,000	
16. Erwerbung des Wassers der Brüttisellerquellen (bez. Konzession für Grabarbeiten): 1200 *l* à 50 =	60,000	
Entschädigung an eine Fabrik in Brüttisellen	10,000	
Transport	270,000	181,000

	Fr.	Fr.
Transport	270,000	181,000
Entschädigung für entzogene Wiesenwässerung	25,000	
17. Erwerbung der Dorfquelle von Wangen: 1200 *l* à 50 = ...	60,000	
Entschädigung an die Seidenzwirnerei	30,000	
18. Erwerbung der Quelle bei den „neuen Reben": 1200 *l* à 100 =	120,000	
Entschädigungen an die Seidenzwirnerei und an eine Druckerei	70,000	
Total		575,000
Summe für Erwerbungs- und Expropriationskosten		756,000

B. Kosten für Fassung der Quellen.

(Nach den Angaben von Hrn. Albrecht.)

a) Quellen von Kloten.		
3. Quelle „Entennest": 300 *m* Stollen à 50 = ...	15,000	
4. Quelle „Goldenes Thor": 300 *m* Stollen à 50 = ...	15,000	
Total		30,000
b) Quellen von Opfikon.		
6. Neubrunnen am Holberg: 20 *m* Stollen à 50 = ...	1,000	
7. 8. Quellen im Tönli und Dorf Opfikon: gemeinschaftlicher Stollen von 500 *m* Länge à 45 =	22,500	
Total		23,500
c) Quellen von Brüttisellen.		
10. Quellen im „Bächli": 400 *m* Stollen à 50 = ...	20,000	
11. Quellen in den „Thonäckern": 200 *m* Stollen à 50 = ...	10,000	
14. Neunbrunnen: 200 *m* Stollen à 40 = ...	8,000	
Transport	38,000	53,500

	Fr.	Fr.
Transport	38,000	53,500
16. Quellen von Brüttisellen:		
150 *m* Stollen à 40 = … …	6,000	
17. Quelle im Dorf Wangen:		
150 *m* Stollen à 45 = … …	6,750	
18. Quelle bei den „neuen Reben“:		
100 *m* Stollen à 45 Fr. … …	4,500	
Total …		55,250
Summe für Fassungskosten		108,750

C. Kosten für Erwerbung und Zuleitung sämmtlicher Quellen von unverdächtiger Qualität für eine einheitliche Wasserversorgung.

(Minimalquantum 7000 Minutenliter; für die Berechnung angenommen 10.000 Minutenliter oder 14,400 m^3 per Tag.)

Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A.: …		756,000
Fassung der Quellen, nach B.: … …		108,750
Expropriation für Durchführung der Leitungen:		
a) Leitung von Kloten:		
4700 *m* à 5 = … … … …	23,500	
b) Leitung von Opfikon:		
300 *m* à 5 = … … … …	1,500	
c) Leitung von Brüttisellen bis Glattbrugg: 4700 *m* à 5 =	23,500	
d) Leitung von Baltensweil:		
1900 *m* à 5 = … … … …	9,500	
e) Leitung von Wangen:		
2300 *m* à 5 = … … … …	11,500	
Total … …		69,500
Zuleitung einzelner Quellen:		
4. Goldenes Thor:		
100 *m* von 200 *mm* Weite, à 16 =	1,600	
6. Neubrunnen am Holberg:		
100 *m* von 100 *mm*, à 8 =	800	
7. 8. Quellen von Opfikon:		
300 *m* von 200 *mm*, à 16 =	4,800	
11. Thonäckerquellen:		
600 *m* von 150 *mm*, à 12 =	7,200	
14. Neunbrunnen:		
500 *m* von 250 *mm*, à 20 =	10,000	
17. Dorfquelle von Wangen:		
300 *m* von 200 *mm*, à 16 =	4,800	
Total … …		29,200
Transport		963,450

	Fr.	Fr.
Transport		963,450
Hauptzuleitungen:		
Leitung v. Niederrüti bis Glattbrugg:		
4600 *m* von 350 *mm*, à 29 =	133,400	
Leitung v. „Bächli“ bis Baltensweil:		
1400 *m* von 150 *mm*, à 12 =	16,800	
Leitung v. Wangen bis Baltensweil:		
3100 *m* von 350 *mm*, à 29 =	89,900	
Vereinigte Leitung von Baltensweil bis Glattbrugg:		
7300 *m* von 450 *mm*, à 39 =	284,700	
Total … …		524,800
Tunnel von Glattbrugg bis zum Lettenpumpwerk: 5700 *m* à 150 =		855,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses		256,750
Gesammtkosten … …		2,600,000

D. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 7200 Minutenliter oder 10,400 m^3 per Tag, ausreichend für vollständige Hauswasserversorgung von Stadt und Ausgemeinden.

(Hiezu sind sämmtliche Quellen von unverdächtiger Qualität zu verwenden.)

Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A.: …		756,000
Fassung der Quellen, nach B.: … …		108,750
Expropriation für Durchführung der Leitungen, wie in C.: … … …		69,500
Zuleitung einzelner Quellen, wie in C.:		29,200
Hauptzuleitungen:		
Leitung von Niederrüti bis Glattbrugg:		
4600 *m* von 300 *mm*, à 24 =	110,400	
Leitung vom „Bächli“ bis Baltensweil:		
1400 *m* von 150 *mm*, à 12 =	16,800	
Leitung von Wangen bis Baltensweil:		
3100 *m* von 300 *mm*, à 24 =	74,400	
Vereinigte Leitung von Baltensweil bis Glattbrugg:		
7300 *m* von 400 *mm*, à 34 =	248,200	
Total … …		449,800
Tunnel von Glattbrugg bis zum Lettenpumpwerk: 5700 *m* à 150 =		855,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses		231,750
Gesammtkosten … …		2,500,000

E. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 3200 Minutenliter oder 4500 m^3 per Tag, ausreichend für den Wasserbedarf der Küchen in Stadt und Ausgemeinden.

(Dieses Quantum ist aus den Quellgruppen von Brüttisellen und Baltensweil, abgerechnet die Wangenerquellen, erhältlich.)

	Fr.	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A.:		
10. 11. Quellen im „Bächli" und und in den „Thonäckern" ...	15,000	
14. Neunbrunnen nebst Entschädigungen	185,000	
16. Quellen von Brüttisellen nebst Entschädigungen	95,000	
Total		295,000
Fassung der Quellen, nach B.:		
10. Quellen im „Bächli"	20,000	
11. Quellen in den „Thonäckern"	10,000	
14. Neunbrunnen	8,000	
16. Quellen von Brüttisellen ...	6,000	
Total		44,000
Expropriation für Durchführung der Leitungen: 4000 *m* à 5 = ...		20,000
Zuleitung einzelner Quellen:		
11. Thonäckerquellen: 600 *m* von 150 *mm*, à 12 =	7,200	
14. Neunbrunnen: 500 *m* von 250 *mm*, à 20 =	10,000	
Total		17,200
Hauptzuleitungen:		
Leitung vom „Bächli" bis Baltensweil: 1400 *m* von 150 *mm*, à 12 =	16,800	
Leitung v. Baltensweil bis Oerlikon: 7200 *m* von 400 *mm*, à 34 =	244,800	
Total		261,600
Tunnel von Oerlikon bis zum Röthel: 2100 *m*, à 150 = ...		315,000
Leitung vom Tunnelausgang bis zum Lettenpumpwerk: 650 *m* von 200 *mm*, à 16 =		10,400
Allgemeines, Verwaltung, Diverses		86,800
Gesammtkosten		1,050,000

F. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 2250 Minutenliter oder 3200 m^3 per Tag, ausreichend für vollständige Hauswasserversorgung der engern Stadt, aber mit Möglichkeit des Anschlusses der Ausgemeinden.

(Das Quantum von 2250 *l* ist aus den Quellengruppen von Kloten und Opfikon erhältlich.)

	Fr.	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A.:		
a) Quellen von Kloten	105,000	
b) Quellen von Opfikon	76,000	
Total		181,000
Transport		181,000
Transport		181,000
Fassung der Quellen, nach B.:		
a) Quellen von Kloten	30,000	
b) Quellen von Opfikon	23,500	
Total		53,500
Expropriation für Durchführung der Leitungen: 5200 *m*, à 5 = ...		26,000
Zuleitung einzelner Quellen:		
4. Goldenes Thor: 100 *m* von 200 *mm*, à 16 =	1,600	
6. Neubrunnen am Holberg: 100 *m* von 100 *mm*, à 8 =	800	
7. 8. Quellen von Opfikon: 300 *m* von 200 *mm*, à 16 =	4,800	
Total		7,200
Hauptzuleitungen:		
Leitung v. Niederrüti bis Glattbrugg: 4600 *m* von 350 *mm*, à 29 =	133,400	
Leitung von Opfikon bis Glattbrugg: 400 *m* von 450 *mm*, à 39 =	15,600	
Total		149,000
Tunnel von Glattbrugg bis zum Lettenpumpwerk: 5700 *m* à 150 =		855,000
Allgemeines, Verwaltung, Diverses		128,300
Gesammtkosten		1,400,000

Anmerkung. Wenn die Forderung des eventuellen Anschlusses der Ausgemeinden *nicht* gestellt würde, so würde man das Wasser eher von Brüttisellen her beziehen und könnte dann die Tunnellänge auf 2100 *m* reduziren; die Kosten würden zwischen diejenigen von E. und diejenigen von G. hinein fallen und sich demnach auf 850,000 bis 900,000 Fr. belaufen.

G. Kosten für Erwerbung und Zuleitung eines Quantums von 1000 Minutenliter oder 1400 m^3 per Tag, ausreichend für den Wasserbedarf der Küchen der engern Stadt, aber mit Möglichkeit des Anschlusses der Ausgemeinden.

(Das Quantum von 1000 *l* ist aus dem Quellbach von Brüttisellen erhältlich.)

	Fr.
Erwerbung der Quellen, Expropriationen und Entschädigungen, nach A.:	
16. Quellen von Brüttisellen	95,000
Fassung der Quellen, nach B.:	
16. Quellen von Brüttisellen	6,000
Expropriation für Durchführung der Leitung: 1200 *m* à 5 = ...	6,000
Hauptzuleitung von Brüttisellen bis Oerlikon: 7200 *m* von 400 *mm*, à 34 = ...	244,800
Tunnel von Oerlikon bis zum Röthel: 2100 *m* à 150 = ...	315,000
Leitung vom Tunnelausgang bis zum Lettenpumpwerk: 650 *m* von 200 *mm*, à 16	10,400
Allgemeines, Verwaltung, Diverses	72,800
Gesammtkosten	750,000

Anmerkung. Wenn die verlangten 1000 *l* bloss zur *Vermehrung des Trinkwassers* in Stadt und Ausgemeinden zu dienen hätten, so könnte der Durchmesser der Hauptzuleitungsröhre von 400 *mm* auf 250 *mm* reduzirt werden; die Kosten dieses Stückes wären alsdann Hauptzuleitung von Brüttisellen bis Oerlikon:
7200 *m* von 250 *mm* à 20 = 144,000 Fr.
Die Gesammtkostensumme würde sich bei dieser Voraussetzung, unter Annahme eines Postens von 72,000 Fr. für Allgemeines u. s. w., auf 650,000 Fr. stellen.

III. Kostenberechnung einer gemischten Wasserversorgung.

Die Kosten für eine gemischte Wasserversorgung setzen sich zusammen aus:

1. den Kosten der Erwerbung und Zuleitung der Quellen,
2. den Kosten des neu anzulegenden Leitungsnetzes,
3. den Kosten der übrigen nöthigen Ergänzungsarbeiten.

Mit Bezug auf den ersten Punkt können, wie im allgemeinen Bericht ausgeführt, nur zwei Quellgebiete für den vorliegenden Zweck in Frage kommen, das mittlere Sihl- und Lorzegebiet und das Glattthalgebiet. Ueber die Kosten für Erwerbung und Zuleitung dieser Quellen geben die vorstehenden Tabellen für jeden einzelnen Fall genügende Auskunft.

Für die Berechnung der zweiten Kategorie kam es vor Allem darauf an, ein neues Leitungsnetz, sei es für die engere Stadt, sei es für Stadt und Ausgemeinden, zu entwerfen, die für die verschiedenen Fälle nöthigen Röhrendurchmesser und Röhrenlängen zu bestimmen und daraus schliesslich die Kosten abzuleiten. Diese Berechnungen sind durchgeführt worden:

1. für Quellwasser zu blossem Küchengebrauch,
2. für Quellwasser zum ganzen häuslichen Gebrauch,
3. für Brauchwasser zum öffentlichen und industriellen Gebrauch.

Ferner wurde in jedem dieser Fälle unterschieden in Hinsicht der Ausdehnung:

a) für die Stadt allein, ohne Rücksicht auf die Ausgemeinden,
b) für die Stadt allein, aber mit Rücksicht auf Anschluss der Ausgemeinden,
c) für die Stadt und Ausgemeinden zusammen.

Zur Entwerfung und Berechnung des Netzes im Allgemeinen wurde von den jetzt bestehenden beiden Reservoirs, Mittel- und Niederdruckreservoir, ausgegangen und die bisherige Eintheilung in zwei Zonen beibehalten. Je nachdem das Wasser von dieser oder jener Seite her in die Stadt gelangt, gestalten sich die Anlagen der Hauptleitungen etwas verschieden und sind besonders zu berechnen, wogegen die Neben- und Zweigleitungen sich in ihrer Disposition nicht ändern. Die oberste oder Hochdruckzone ist ausser Berücksichtigung gelassen worden, weil sich diese nicht wohl in ein allgemeines Netz einschliessen lässt, ohne die ganze Anlage ungemein zu kompliziren. Für diese Zone würde eventuell besonders gesorgt werden müssen.

Nach Entwerfung des Röhrennetzes war für jeden einzelnen Röhrenstrang die per Minute oder per Tag durchfliessende Wassermenge zu bestimmen und daraus in Verbindung mit dem erforderlichen Gefäll der Durchmesser abzuleiten. Behufs möglichster Förderung der Arbeit wurde die Stadt nebst Ausgemeinden den Netzsträngen entsprechend in eine Anzahl Quartiere (38 in der engern Stadt, 35 in den Ausgemeinden) abgetheilt und in jedem das erforderliche Wasserquantum für sich bestimmt. Die Vertheilung ist indessen nicht ganz die nämliche, je nachdem es sich um Wasser zum Hausgebrauch oder um Wasser für öffentliche Zwecke handelt.

Das Wasserquantum für den Hausgebrauch ist vorzugsweise von der Anzahl der Bewohner abhängig. In Ermanglung detaillirterer Anhaltspunkte für die Bevölkerungsvertheilung hat man sich darauf beschränkt, die gesammte Einwohnerzahl gleichmässig auf alle Häuser zu vertheilen, immerhin aber auf Gebäude mit entschieden grösserer Bewohnerzahl (Gasthöfe, Spitäler u. s. w.) Rücksicht zu nehmen. Man erhält auf diese Weise in der engern Stadt auf jedes Haus im Durchschnitt $14^1/_2$, in den Ausgemeinden 20 Bewohner. Somit erfordert für den blossen Küchenbedarf jedes Haus in der Stadt ein tägliches Wasserquantum von 0,72 m^3, jedes Haus in den Ausgemeinden ein solches von 1 m^3. Für den ganzen Hausbedarf werden diese Zahlen 1,74 und 2,4 m^3. Für die Berechnung der Rohrweiten ist indessen nicht dieser Durchschnittsbedarf massgebend, da nicht zu allen Stunden des Tages und der Nacht gleich viel Wasser verbraucht wird, sondern der Maximalkonsum, der in gewissen Stunden bis auf das Doppelte oder $2^1/_2$fache des durchschnittlichen ansteigen kann. Da sich annehmen lässt, der Konsum sei in der Stadt relativ stärker und konzentrire sich eher auf bestimmte Stunden als auf dem Lande, so wurde für die engere Stadt das $2^1/_2$fache, für die Ausgemeinden dagegen bloss das Doppelte des Durchschnittes in Rechnung gebracht, somit:

Küchenbedarf per Haus:	Stadt	1,8 m^3,	Ausgemeinden	2,0 m^3.
Ganzer Bedarf „ „	„	4,2 „	„	4,8 „

Nach Abzählung der Häuser in jedem Quartier konnte auf diese Weise die jedem Quartier zufallende Wassermenge bestimmt und durch Summation von den äussersten Strängen aus gegen die Hauptleitung auch die Gesammtmenge für jeden Röhrenstrang ausgemittelt werden. Für die obersten Leitungsstücke, unmittelbar bei den Reservoirs, ergaben sich folgende Durchflussmengeu, die sie zu fassen hatten:

*

Stadt allein:

	Küchenbedarf	Hausbedarf
Niederdruckzone … …	3,100 m^3	7,270 m^3
Mitteldruckzone … …	400 „	960 „
Zusammen	3,500 m^3	8,230 m^3

Stadt und Ausgemeinden:

	Küchenbedarf	Hausbedarf
Niederdruckzone… …	6,500 m^3	15,400 m^3
Mitteldruckzone … …	2,400 „	5,800 „
Zusammen	8,900 m^3	21,200 m^3

Dabei ist die Zahl der angeschlossenen Häuser in der Stadt zu 1950, in den Ausgemeinden (ohne die Hochdruckzone) zu 2700 angenommen.

Wenn es sich dagegen um Erstellung einer neuen Leitung für Brauchwasser handelt, so richtet sich das in den einzelnen Quartieren erforderliche Wasserquantum nicht mehr nach der Zahl der Bewohner, sondern in erster Linie nach der Länge der durchzogenen Strassen, in zweiter Linie (mit Rücksicht auf öffentliche Plätze, Gärten, Höfe u. s. w.) nach dem Flächeninhalt der Gebiete. Um beide Faktoren so weit thunlich zu berücksichtigen, ist angenommen worden, von der gesammten zu Gebote stehenden Wassermenge falle ungefähr $^2/_3$ auf die Strassen, $^1/_3$ auf die Flächenräume, und ist hieraus ein Durchschnittsbetrag für den laufenden Meter Strassenlänge und ein solcher für die Are des Flächenraums ausgemittelt worden. Für die engere Stadt resultirte, bei einem Gesammtbedarf von 5200 m^3 Wasser, ein täglicher Betrag von 140 Liter pro laufenden Meter Strassenlänge und ein solcher von 100 Liter pro Are. Für die Ausgemeinden kommt man dagegen, bei einem Gesammtbedarf von 9100 m^3, auf einen Betrag von 100 Liter pro laufenden Meter und 50 Liter pro Are. Zur Berechnung der Rohrweiten wurden indess wieder nicht diese Durchschnittszahlen, sondern das Doppelte derselben als durchfliessende Maximalmenge zu Grunde gelegt und so für jedes Quartier das entsprechende Quantum zuerst einzeln, hernach summarisch von den äussersten Strängen zu den Hauptleitungen berechnet. Für die obersten Leitungsstücke, wo alles Wasser beisammen ist, ergaben sich als Durchflussmengen:

Stadt allein:

Niederdruckzone … … …	8,250 m^3
Mitteldruckzone … … ..	2,150 „
Zusammen	10,400 m^3

Stadt und Ausgemeinden:

Niederdruckzone .. … …	19,460 m^3
Mitteldruckzone … … …	9,140 „
Zusammen	28,600 m^3

Nachdem so für die verschiedenen Fälle die jedem Röhrenstrang zufallende Wassermenge bestimmt war, liessen sich die erforderlichen Durchmesser unter Zugrundelegung bestimmter Gefälle nach den bekannten hydraulischen Formeln ableiten. Das Gefäll der Drucklinie des Wassers wurde durchschnittlich zu 5 ‰ genommen, in einzelnen Fällen indessen bis zu 8 ‰ hinaufgegangen, immerhin aber darauf gesehen, dass das Wasser auch an den ungünstigsten (höchsten und entferntesten) Stellen noch mit genügendem Druck anlange. Durchmesser und Länge der Röhren sind nun die massgebenden Faktoren für die Kostenberechnung. Bei den Leitungsnetzen für neues Quellwasser wurden keine Röhrendurchmesser unter 70 *mm*, bei den Netzen für Brauchwasser keine solchen unter 100 *mm* angenommen. Ferner musste darauf Bedacht genommen werden, dass die bisher schon vorhandenen Trinkwasserleitungen, die nun als solche überflüssig würden, so viel als möglich zur Durchleitung des neuen Wassers dienen könnten, was einen erheblichen Abzug an den Kosten ermöglicht. — Zum Leitungsnetz gehören nicht allein Röhren, sondern auch Abschluss- und Ablasshähne, Formstücke für Abzweigungen u. s. w. Um hier nicht allzu sehr in's Detail einzugehen, wurden die Kosten für diese Hähne und Formstücke proportional den Röhrenkosten (natürlich ohne Abzug) gesetzt, und zwar der bisherigen Erfahrung gemäss für die Hähne ein Betrag von $6^1/_2$ %, für die Formstücke ein solcher von 10 % der Röhrenkosten in Rechnung gebracht. Alles zusammengerechnet stellen sich nun die Kosten der verschiedenen Arten Leitungsnetze wie folgt: (S. Tabelle auf Seite 152.)

	Stadt allein, ohne Rücksicht auf Ausgemeinden Fr.	Stadt allein, mit Rücksicht auf Anschluss der Ausgemeinden Fr.	Stadt und Ausgemeinden zusammen Fr.
Quellwassernetz für Küchenbedarf … … … … …	190,000	260,000	660,000
Quellwassernetz für ganzen Hausbedarf… … … …	235,000	335,000	800,000
Brauchwassernetz für öffentliche Zwecke … … …	305,000	410,000	990,000

Sind nun die Kosten der Zuleitung und diejenigen des Röhrennetzes für sich bestimmt, so ist noch beides zu kombiniren, um auf die Gesammtkosten zu kommen. Nimmt man an, das Wasser werde aus dem Glattthal (Wangen, Brüttisellen, Baltensweil) bezogen, so gelangt es, wie schon erwähnt, zuerst in's Wasserwerk im Letten und muss zu den Reservoirs hinaufgepumpt werden; somit sind noch zwei Röhrenverbindungen zwischen dem Letten und jedem der beiden Reservoirs anzulegen. Die daraus erwachsenden Mehrkosten belaufen sich in runden Zahlen auf:

40,000 Fr. für den Küchenbedarf,
70,000 „ „ „ Hausbedarf,
80,000 „ „ das Brauchwassernetz.

Ueberdiess wird eine Vermehrung der Pumpen und die Anlage eines kleinen Reservoirs beim Pumpwerk erforderlich.

Das Wasser aus dem Sihlthal kann dagegen mit natürlichem Druck zum Mitteldruckreservoir gelangen; zu diesem Zweck müssen zwar in der Stadt einige Röhrenstränge stärker gemacht werden, als in der allgemeinen Berechnung angenommen wurde; dafür kommen aber in der Gemeinde Enge verschiedene Röhrenstränge, die durch die schon in Rechnung gezogene Hauptleitung ersetzt werden, in Abzug. Im Ganzen werden die Kosten eher um etwas vermindert, als vermehrt, des geringen Betrages wegen ist indessen diese Verminderung nicht berücksichtigt.

Ferner ist die Erstellung neuer Reservoirs erforderlich, deren Dimensionen so angelegt sein sollten, dass sie für den Wasserbedarf eines ganzen Tages ausreichen; sie sollten somit im Ganzen folgenden Inhalt haben:

Für Quellwasser für den Küchenbedarf 4500 m^3,
Für Quellwasser für den Hausbedarf 10,000 m^3,
Für Brauchwasser 16,000 m^3.

Es hat dabei die Meinung, dass die jetzt bestehenden Reservoirs im ersten und zweiten Fall zur Aufnahme des Brauchwassers, im dritten Fall zur Aufnahme des neuen Quellwassers zu dienen hätten. Die Kosten der neuen Reservoirs lassen sich, den Kubikmeter Raum zu 25—35 Fr. geschätzt, annehmen zu:

150,000 Fr. für Küchenbedarf,
250,000 „ „ den ganzen Hausbedarf.

Für Brauchwasser genügen, wie schon S. 40 erwähnt, offene Weiher, und dürften deren Kosten zu etwa 80—100,000 Fr. anzuschlagen sein. Dann kommen die Anschlussleitungen in die Häuser und Grundstücke, für welche, den bisherigen wirklichen Kosten entsprechend, ein Ansatz von 220 Fr. für die einzelne Leitung gemacht ist.

Unter Zusammenrechnung aller dieser Elemente und mit Zuschlag eines Postens für Diverses stellen sich nun die Gesammtkosten einer gemischten Versorgung für Stadt und Ausgemeinden in folgender Weise heraus. (S. Tabellen auf Seite 153.)

	Zuleitung aus dem Glattthal Fr.	Zuleitung aus dem Sihlthal Fr.
Mit neuem Quellwassernetz zum Küchengebrauch	3,200,000	3,450,000
Mit neuem Quellwassernetz zum ganzen Hausgebrauch	4,000,000	3,600,000
Mit neuem Brauchwassernetz zum öffentl. und industriellen Gebrauch	3,950,000	3,550,000

Führt man die Rechnung für die engere Stadt allein durch, wobei aber immerhin die Anordnung derart getroffen ist, dass sich die Ausgemeinden anschliessen können, so erhält man:

	Zuleitung aus dem Glattthal Fr.	Zuleitung aus dem Sihlthal Fr.
Mit neuem Quellwassernetz zum Küchengebrauch	1,700,000	1,800,000
Mit neuem Quellwassernetz zum ganzen Hausgebrauch	2,150,000	2,000,000
Mit neuem Brauchwassernetz zum öffentl. und industriellen Gebrauch	2,150,000	1,950,000

Uebersicht der bei den verschiedenen neuen Leitungsnetzen erforderlichen Röhrenlängen der verschiedenen Kaliber.

	Leitungsnetz für Quellwasser zum Küchengebrauch			Leitungsnetz für Quellwasser zum ganzen Hausgebrauch			Leitungsnetz für Brauchwasser zum öffentlichen Gebrauch		
	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden
	m	*m*	*m*	*m*	*m*	*m*	*m*	*m*	*m*
Röhren von 600 *mm* Durchmesser …	—	—	—	—	—	—	—	470	470
„ „ 500 *mm* „ …	—	—	-	—	570	570	—	1020	1020
„ „ 450 *mm* „ …	—	—	—	—	920	920	—	400	400
„ „ 400 *mm* „ …	—	—	—	—	270	270	570	300	300
„ „ 350 *mm* „ …	—	1320	1320	1320	430	430	920	360	360
„ „ 300 *mm* „ …	—	440	440	440	1120	1120	270	1030	1030
„ „ 250 *mm* „ …	1490	430	430	—	1380	1380	430	1930	2790
„ „ 200 *mm* „ …	270	1560	1560	690	1660	4250	1350	2450	6470
„ „ 150 *mm* „ …	1200	4410	8360	3230	2420	11860	3520	1030	13100
„ „ 100 *mm* „ …	3980	1130	12390	2690	1480	10440	18070	16140	53290
„ „ 70 *mm* „ …	18190	15840	54730	16760	14880	47990	—	—	—
Totallänge … … … … …	25130	25130	79230	25130	25130	79230	25130	25130	79230
Davon sind in Abzug zu bringen (für schon bestehende Trinkwasserröhren):									
Röhren von 150 *mm*, resp. 120 *mm* .	330	160	450	330	160	520	330	160	160
„ „ 100 *mm*, resp. 120 *mm* .	2090	800	3960	1240	480	2430	990	480	2160
„ „ 70 *mm* … … … … …	1970	1490	1730	1740	1400	1560	—	—	—
Total … … … … … … …	4390	2450	6140	3310	2040	4510	1320	640	2320

Kosten der neu zu erstellenden Leitungsnetze für die verschiedenen aufgestellten Projekte.

	Leitungsnetz für Quellwasser zum Küchengebrauch			Leitungsnetz für Quellwasser zum ganzen Hausgebrauch			Leitungsnetz für Brauchwasser zum öffentlichen Gebrauch		
	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden	Für die Stadt allein	Für Stadt mit Anschluss der Ausgemeinden	Für Stadt und Ausgemeinden
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Röhren, nach Spezialberechnung . .	187970	233430	600300	216800	290300	703330	264670	348170	855640
Davon gehen ab für schon bestehende Trinkwasserröhren .	32170	16900	47010	23990	14000	34520	11550	5600	19040
Verbleiben	155800	216530	553290	192810	276300	668810	253120	342570	836600
Hähne, ca. 6½% der Röhrenkosten	12220	15170	39020	14090	18870	45720	17200	22630	55620
Formstücke, ca. 10% der Gesammtkosten	20020	24860	63930	23090	30920	74900	28190	37080	91130
Verschiedenes, zur Abrundung . .	1960	3440	3760	5010	8910	10570	6490	7720	6650
Totalkosten	190000	260000	660000	235000	335000	800000	305000	410000	990000

Kostenzusammenstellung verschiedener Projekte gemischter Wasserversorgung für die Stadt allein, aber mit Rücksicht auf Anschluss der Ausgemeinden.

	Neue Leitung für Quellwasser zum Küchengebrauch		Neue Leitung für Quellwasser zum ganzen Hausgebrauch		Neue Leitung für Brauchwasser zum öffentlichen Gebrauch	
	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Gewinnung und Zuleitung des Wassers	950000	750000	1·400000	1·400000	1·400000	1·400000
Erweiterung der Pumpenanlage nebst Reservoir .	—	50000	—	100000	—	100000
Leitungsnetz in der Stadt	260000	260000	335000	335000	410000	410000
Mehrkosten der Hauptleitung	—	40000	—	70000	—	80000
Neue Reservoirs, event. Erweiterung der bestehenden	60000	60000	100000	100000	30000	30000
Anschlüsse der Haus- und Grundstückleitungen .	440000	440000	60000	60000	20000	20000
Diverses, zur Abrundung	90000	100000	105000	85000	90000	110000
Totalkosten	1·800000	1·700000	2·000000	2·150000	1·950000	2·150000

Kostenzusammenstellung verschiedener Projekte gemischter Wasserversorgung für Stadt und Ausgemeinden.

	Neue Leitung für Quellwasser zum Küchengebrauch		Neue Leitung für Quellwasser zum ganzen Hausgebrauch		Neue Leitung für Brauchwasser zum öffentlichen Gebrauch	
	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)	Zuleitung vom Sihlthal (III)	Zuleitung vom Glattthal (XI)
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Gewinnung und Zuleitung des Wassers	1·400000	1,050000	2·250000	2·500000	2·250000	2·500000
Erweiterung der Pumpenanlage nebst Reservoir .	—	50000	—	100000	—	100000
Leitungsnetz in Stadt und Ausgemeinden . . .	660000	660000	800000	800000	990000	990000
Mehrkosten der Hauptleitung durch die Stadt .	—	40000	—	70000	—	80000
Neue Reservoirs, event. Erweiterung der bestehenden	150000	150000	250000	250000	80000	80000
Anschlüsse der Haus- und Grundstückleitungen .	1·100000	1·100000	150000	150000	70000	70000
Diverses, zur Abrundung	140000	150000	150000	130000	160000	130000
Totalkosten	3·450000	3·200000	3·600000	4·000000	3·550000	3·950000

IV. Kostenberechnung der Zuleitung der Wäggithalquelle (Gruppe I).

1. Zuleitung des Wassers.

Obgleich die Fläschlochquelle in Hinter-Wäggithal in den trockensten Zeiten bloss ca. 6000 Minutenliter oder 8500 m^3 per Tag liefert, also kaum für eine vollständige Hauswasserversorgung von Zürich und Ausgemeinden ausreichen würde, ist gleichwohl die Kostenberechnung auch für die Eventualität einer einheitlichen Versorgung mit ca. 12,500 Minutenliter oder 18,000 m^3 (ungerechnet den Bedarf für Motoren und Fontänen) durchgeführt worden.

Die Aufgabe der Wasserzuleitung aus dem Fläschloch bis in die Stadt ist eine verhältnissmässig einfache. Die Quelle liegt ca. 54 *km* von der Stadt entfernt und auf der Meereshöhe von 855 *m*. Es wird vorausgesetzt, dass nicht nur die gesammte innere Stadt, sondern auch die bevölkerten Theile der Ausgemeinden, also auch der hochgelegenen, Oberstrass und Fluntern, mit Wasser zu versorgen seien; dieses bedingt, dass das Wasser noch bis zur Höhe von ca. 510 *m* hinaufgelangen könne und dort das Vertheilungsreservoir angelegt werde. Unterwegs ist, so nahe der Stadt als möglich, eine grössere Sammelbrunnenstube oder ein kleineres Reservoir zu errichten, wo der Zufluss in die Stadt reglirt werden kann. Die Terraingestaltung zwischen See und Sihl ist aber derart, dass die nöthige Höhe für eine solche Brunnenstube erst in der Gegend hinter dem Nidelbad, 8,5 *km* von der Stadt entfernt, angetroffen wird, woselbst sich die Brunnenstube auf der Höhe von 530 *m* anordnen lässt. Die Hauptaufgabe ist nun, das Wasser vom Fläschloch bis zu dieser Stelle zu leiten.

Die ersten 3,8 *km* vom Fläschloch abwärts ist das Thal noch fast ganz horizontal; die Leitung kann daher nur der Thalsohle folgen. Von da an aber findet ein plötzlicher Absturz des Baches gegen Vorder-Wäggithal hin statt, den die Strasse mittelst einer Serpentine und mit 9 % Gefäll überwinden muss. Der blosse Anblick des Terrains genügt, um darzuthun, dass es nicht wohl statthaft wäre, hier mit der Leitung mit gleichmässigem Gefäll der Berglehne folgen zu wollen, sondern dass dieselbe am einfachsten der Strasse entlang gelegt wird bis in's Dorf Vorder-Wäggithal, das sich immer noch auf 730 *m* Höhe befindet.

Von Vorder-Wäggithal an bieten sich für das Tracé der Leitung verschiedene Möglichkeiten.

1. Man könnte daran denken, ganz der bestehenden Strasse bis in's Thal hinunter zu folgen und dann dem See entlang ebenfalls längs bestehenden Strassen bis in die Stadt, eventuell mit Abzweigung zum genannten Nidelbadreservoir, zu gelangen. Es ist gewiss, dass bei dieser Anlage die Expropriationskosten ein Minimum wären. Erwägt man indessen, dass eine solche Leitung einen Druck auszuhalten hätte, der bis auf 180 *m* Höhe, also bis auf 18 Atmosphären gehen würde, dass also die Röhren fast auf die ganze Länge verstärkte Materialdicke erhalten müssten und somit bedeutend theurer zu stehen kämen, als gewöhnliche, ohne dass die Gefahr von Brüchen in Folge dieses ungeheuern Druckes ganz ausgeschlossen wäre, so wird man sich nicht dazu entschliessen wollen, eine solche Anlage zu empfehlen.

2. Man kann die Idee verfolgen, von der Brunnenstube beim Nidelbad aus mit möglichst geringem Gefäll der Berglehne entlang kontinuirlich hinaufzugehen, bis man in's Thal der Wäggithaler-Aa gelangt und dort auf die bestehende Strasse trifft; hernach könnte man einfach letzterer folgen. Als zulässiges Minimalgefäll lässt sich für eiserne Röhren etwa 2 ‰ annehmen. Ein solches Tracé würde, so lange es sich im Gebiet des Kantons Zürich bewegt, wohl keine besonderen Schwierigkeiten bieten, da nirgends steile Abhänge vorkommen und grösstentheils Kulturland durchschnitten wird. Einzig der Uebergang einiger tief eingeschnittenen Bäche dürfte etwas umständlichere Bauten, bestehend in Thalsperren und Ausfüllung der Schluchten, erforderlich machen; namentlich ist dieses der Fall mit dem Aabach bei Horgen, dem Weidbach bei Wädensweil und dem Sternentobel bei Richtersweil. Im Gebiet des Kantons Schwyz würden die Schwierigkeiten schon etwas grösser, da die dortigen Abhänge des Etzels streckenweise steil und von häufigen Bächen, Schluchten, Runsen durchzogen sind. Am schwierigsten aber dürfte sich der Uebergang in's Wäggithal selbst gestalten, da die linkseitige Lehne in jener Gegend auf eine ziemliche Höhe aus Geröll und steilem, verwitterbarem Felsen besteht. Namentlich diese Uebergangsstelle, und dann die grössern Kosten der Leitung in Folge grössern Durchmessers bestimmen dazu, dieses Tracé nicht zu adoptiren, sondern eher die dritte Möglichkeit in's Auge zu fassen.

3. Vom Dorf Vorder-Wäggithal aus wird die Leitung mit ganz gleichmässigem Gefäll bis zur Brunnenstube beim Nidelbad hinuntergeführt. Das hierzu nöthige Gefäll beträgt 5,2 ‰ bei einer Länge von 39,500 *m*; für eine täglich durchfliessende Wassermenge von 10,000 m^3 genügt dazu ein Durchmesser von 400 *mm*, für 18,000 m^3 müsste ein solcher von 500 *mm* genommen werden. Innerhalb des Kantons Zürich hat dieses Tracé einen ähnlichen Verlauf wie das mit 2 ‰; die Ueberschreitung der Bäche dürfte, weil in grösserer Höhe stattfindend, wo sie weit weniger stark eingeschnitten sind, noch weniger Schwierigkeiten bereiten, als tiefer unten, auch die Expropriationskosten weniger hoch

ausfallen. Im Kanton Schwyz an den Abhängen des Etzels wird zwischen den beiden Tracé's in Bezug auf Schwierigkeit der Ausführung kein grosser Unterschied sein; der Uebergang in's Wäggithal gestaltet sich indessen bei vorliegender Supposition insofern bedeutend günstiger, als derselbe auf einem begangenen Weg oder in der Nähe eines solchen stattfinden kann und die vorhin erwähnte Felslehne nicht mehr berührt wird. Erst beim Dorfe Vorder-Wäggithal wird die Aa passirt und hinter dem Dorfe ist auf der Höhe 735 *m* eine Brunnenstube angenommen, die den Anfangspunkt für die Drucklinie abgibt.

Von der Sammelbrunnenstube beim Nidelbad aus gegen die Stadt wird die Leitung unter Zugrundelegung eines Gefälles von 2 ‰ grösstentheils den bestehenden Strassen entlang gezogen und erhält im einen Fall 500, im andern 600 *mm* Durchmesser. Dabei hat sie einen Druck auszuhalten, der bis auf zehn Atmosphären ansteigt und daher auf eine Länge von 4500 *m* eine Verstärkung der Wanddicke nöthig macht.

Sollte die Leitung vom Wäggithal mehr als die genannten 18,000 m^3 per Tag zu befördern haben, so wäre es ökonomisch vortheilhafter, auf der Strecke zwischen Vorder-Wäggithal und dem Nidelbad statt eiserner Röhren einen Kanal aus Mauerwerk oder Beton zu erstellen und soweit möglich mit seinem Tracé der wirklichen Gefällslinie, die auf dem Terrain aufzusuchen wäre, zu folgen. Da indessen die Voraussetzung obiger Wassermenge ganz und gar nicht zutrifft, so ist es ziemlich überflüssig, ein solches Projekt einem nähern Studium zu unterziehen.

2. Kostenberechnung.

A. Für den Fall einer einheitlichen Versorgung (ohne Motoren und Fontänen) mit einem Quantum von 12,500 Minutenliter oder 18,000 m^3.

	Fr.	Fr.
Expropriation der Quelle und Entschädigungen ...		300,000
Fassung der Quelle ...		70,000
Expropriation für Durchführung der Leitung:		
Im Gebiet des Kantons Schwyz: 27,500 *m* à 3 = ...	82,500	
Im Gebiet des Kantons Zürich: 13,000 *m* à 4 = ...	52,000	
Total ...		134,500
Zuleitung mittelst eiserner Röhren:		
Fläschloch bis Thalausgang: 3000 *m* von 600 *mm*, à 60 =	180,000	
Thalausgang bis Vorderwäggithal:		
800 *m* von 450 *mm*, à 42 =	33,600	
2300 *m* von 350 *mm*, à 32 =	73,600	
Vorderwäggithal bis Nidelbad:		
39,500 *m* von 500 *mm* à 46 =	1,817,000	
Nidelbad bis Stadtgrenze:		
8500 *m* von 600 *mm* à 56 =	476,000	
Zuschlag für Röhrenverstärkung wegen höhern Druckes:		
4500 *m* à 30 = ...	135,000	
Total ...		2,715,200
Besondere Bauten für Bachübergänge (Thalsperren) ...		70,000
Brunnenstuben ...		6,000
Allgemeines, Verwaltung, Unvorhergesehenes ...		354,300
Gesammtkosten der Zuleitung ...		3,650,000

B. Für den Fall, dass das Quellwasser für den ganzen Hausbedarf in Stadt und Ausgemeinden dienen soll.

(Erforderliches Quantum 7000 *l* oder 10,000 m^3.)

	Fr.	Fr.
Expropriation der Quelle und Entschädigungen ...		300,000
Fassung der Quelle ...		50,000
Expropriation für Durchführung der Leitung:		
Im Gebiet des Kantons Schwyz: 27,500 *m* à 3 = ...	82,500	
Im Gebiet des Kantons Zürich: 13,000 *m* à 4 = ...	52,000	
Total ...		134,500
Zuleitung mittelst eiserner Röhren:		
Fläschloch bis Thalausgang: 3000 *m* von 500 *mm*, à 48 =	144,000	
Thalausgang bis Vorderwäggithal:		
800 *m* von 350 *mm*, à 32 =	25,600	
2300 *m* von 300 *mm*, à 28 =	64,400	
Vorderwäggithal bis Nidelbad: 39,500 *m* von 400 *mm*, à 35 =	1,382,500	
Nidelbad bis Stadtgrenze: 8500 *m* von 500 *mm*, à 45 =	382,500	
Zuschlag für Röhrenverstärkung wegen höhern Druckes: 4500 *m* à 23 = ...	103,500	
Total ...		2,102,500
Besondere Bauten für Bachübergänge (Thalsperren) ...		50,000
Brunnenstuben ...		5,000
Allgemeines, Verwaltung, Unvorhergesehenes ...		358,000
Gesammtkosten der Zuleitung ...		3,000,000

Zürich, im Dezember 1884.

S. Pestalozzi, Ingenieur.

8. Berichte über die Wäggithalquelle.

Gutachten der Herren Professoren Dr. A. Heim, Dr. C. Cramer, Dr. G. Lunge, und Stadtchemiker Bertschinger.

I. Bericht über die Beobachtungen an der Fläschlochquelle im Hinter-Wäggithal und in deren Sammelgebiet.

Es wurde mir von der Wasserkommission der Auftrag zu Theil, die Verhältnisse der Fläschlochquelle im Wäggithal einer näheren Prüfung zu unterziehen. Ich reiste den 12. August früh nach dem Wäggithale und blieb dort bis zum 16. August, zunächst in Begleitung meines Freundes, Herrn Dr. Hundhausen aus Hamm. Am 16. August trafen auch die Herren Dr. Bürkli, Prof. Cramer, Stadtingenieur Burkhard und Ingenieur S. Pestalozzi ein.

A. Die Beobachtungen im Sammelgebiet der Quelle.

Der Umstand, dass nach früheren wie neueren Analysen die Fläschlochquelle ein sehr weiches Wasser (9 bis 11 Härtegrade der franz. Skala) darstellt, während sie doch aus Kalkgebirge heraussprudelt, weckte den Verdacht, dass es sich bei dieser Quelle nicht um genügende Filtration handeln könne. Eine nähere Untersuchung des Sammelgebietes erschien daher nothwendig.

a) Bestand des Gebirges und Umgrenzung des Sammelgebietes der Fläschlochquelle.

Die Berge, an deren Fuss die Fläschlochquelle liegt, bestehen zum grössten Theil aus den verschiedenen Schichtenkomplexen der Kreideformation. In normaler Reihenfolge von oben nach unten sind es die folgenden:

6. *Flyschschiefer,* eocäner, leicht thonig verwitternder *undurchlässiger,* hellgrauer Schiefer.

5. *Seewerkalk.* Dichter, knolliger, plattiger, hellgrauer Kalkstein, 20 bis 100 *m* mächtig, von vielen Rissen und Schlotten durchsetzt, *leicht durchlässig.*

4. *Gault,* etwa 3 bis 20 *m* mächtig, meistens Grünsandstein mit grauen Kalkkonkretionen und grober körniger Echinodermen-Kalkstein von dunkler Farbe. Einzelne Schichten sind thonig-sandig und an und für sich etwas schwer durchlässig. Offene Querklüfte sind indessen häufig, besonders in dem Echinodermenkalkstein und Grünsandstein. Im allgemeinen ist der Gault hier wegen der vielen Querklüfte *leicht* oder wenigstens *ziemlich leicht durchlässig,* mit Ausnahme vereinzelter Stellen.

3. *Schrattenkalk,* grauer und grauvioletter, weiss anwitternder, etwas krystallinischer Kalkstein, 100 bis 300 *m* mächtig, spröde, splittrig, von Rissen, Schlotten, Karrenlöchern in allen Richtungen durchsetzt, *sehr leicht durchlässig.*

2. *Neocomien,* dunkle, mergelige Kalksteine und Mergelschiefer, *fast undurchlässig* für Wasser, etwa 200 *m* mächtig.

1. *Valenginien,* dunkle Echinodermenkalksteine und kieselig-thonige Kalksteine mit thonigen Zwischenlagen, etwa 200 bis 250 *m* mächtig, vorwiegend *schwerdurchlässig bis undurchlässig.*

Im grossen Ganzen bilden *Schrattenkalk, Gault* und *Seewerkalk* einen zusammen etwa 200 bis 300 *m* mächtigen, *leicht undurchlässigen* Schichtenkomplex, unter welchem mehr im Kern der Berge die undurchlässigen Neocomien und Valengien das eingedrungene Wasser auffangen und über welchen der ganz undurchlässige Flyschschiefer liegt, der indessen nur am Rande der Berge vorhanden, von ihrem Rücken aber längst abgewittert worden ist.

Diese Schichtenkomplexe sind zu Mulden und Gewölben zusammengefalltet. Der Schienberg ist ein gewaltiges Schichtengewölbe, das gegen Westen sinkt und bei der Fläschlochquelle unter den Thalboden taucht. Die Letztere kommt da aus den obersten äussersten Schichten des durchlässigen Komplexes, aus steil aufgerichtetem Seewerkalke heraus, wo dieser am tiefsten zu Tage entblösst ist. Dies ist zudem das westliche untertauchende Ende des Schienberggewölbes. Am nördlichen Flügel des Letztern gehen die durchlässigen Schichten vertikal zur Tiefe. Undurchlässiger Flyschschiefer lehnt sich an und schliesst dort das

Sammelgebiet der Fläschlochquelle ganz scharf gegen Norden ab. Bockmattli und Thierberg sind die Verlängerung vom Schrattenkalk des nördlichen Schienbergschenkels und müssen ihr Wasser dem Fläschloch zuführen.

Der Schienberg ist in seinen obern Lagen fast ganz aus Schrattenkalk gebildet, der Gault reicht nur in einigen Lappen bis zur Hochfläschalp hinauf. Der Seewerkalk bleibt ringsum am Rande zurück. Die Oberfläche vom Schienberg und Hochfläsch ist meistens ächtes Karrenfeld. Zahllose kleinere und grössere Löcher vom Wasser auf Klüften ausgehöhlt, führen nach tieferen Klüften hinab. Oben sind die Karren ganz kahl, unten im Gebiete der Weiden sind ihre Tiefen theilweise mit Vegetationsboden gefüllt, sie sind theilweise bewachsen.

Von den kahlen Karren bis zur geschlossenen Weide oder Wald kommen alle Uebergänge und Schattirungen in vielfachen Mischungen vor.

Unter dem Schrattenkalk wird der Kern des Schienberggewölbes aus undurchlässigem Neocomien gebildet. Dies hat zur Folge, dass das Wasser nicht allzutief in den Berg hinabgehen kann. Es fliesst in den durchlässigen Rindenschichten 10 bis höchstens 200 *m* unter der Oberfläche dem Fläschloch zu.

Auf der Seite gegen die Ahornalp und Oberseealp, also am östlichen Abhang der Schienberg- und Zindlenspitzmasse, steigt die Grenze von Neocomien und Schrattenkalk hoch hinauf, die Wände sind im untern Theil aus Neocomien gebildet. Die gegen Osten ansteigenden Schichtengewölbe von Schienberg und Zindlenspitze sind dort abgebrochen. Dort also, an diesen Wänden, liegt auch der östliche Rand vom Sammelgebiete unserer Quelle.

Das Thälchen, welches zwischen Fläschloch und Hundsloch mündet und das Gewölbe des Schienberges von demjenigen des Zindlenspitzes trennt, ist eine Schichtmulde, die in ihrem untersten Theile undurchlässiges Eocän (Flyschschiefer) enthält, das sich von unten bis gegen den „Aaberliboden“ hinauf als trennender Keil zwischen Hundsloch und Fläschloch stellt, während im obern Theile die Sammelgebiete dieser beiden Quellen in einem gewissen Zusammenhang stehen. In der Zindlenalp und dem Zindlenspitz ist die Schrattenkalkdecke durchbrochen und das schwerdurchlässige bis undurchlässige Neocom erscheint an der Oberfläche. Die über dasselbe fliessenden Tagwasser versiegen in gewöhnlichen Zeiten rasch wieder, wenn sie auf den Schrattenkalk treffen. Nach dem Verlaufe der Schrattenkalkschichten ist anzunehmen, dass das Sammelgebiet des Fläschloches etwa bis zum „Lachenstock“ und „Himmel“ reiche und dass von dort an weiter südlich das Sammelgebiet des Hundsloches folge.

b) Die Versickerung im Sammelgebiet der Fläschlochquelle.

Auf dem bezeichneten Sammelgebiet der Fläschlochquelle geht zu gewöhnlichen Zeiten kein Tropfen Wasser der Quellbildung verloren. Am Schienberg, Hochfäsch, Matt, Kammli, Rossalpli, Lachenstock, in den Schienbergwäldern etc. finden sich zahllose Versickerungstrichter nach Art der „entonnoirs“ des Jura. Manche dieser Löcher sind kaum 1, andere 2, 3, sogar 10 bis 20 *m* im Durchmesser und 3 bis 50 *m* tief. In vielen derselben liegt fast das ganze Jahr noch ein zusammenschwindender Schneerest. Manche sind von den Aelplern mit Mauern umgeben worden, damit das Vieh nicht hineinfalle. In der Matt auf Gault versiegen alle bei starkem Regen entstehenden Bächlein in diesen zum Theil im Thalweg liegenden Trichtern. Im Gebiete des Schrattenkalkes kommt es auch bei heftigem Regen meistens nicht bis zur Bachbildung, der Regen versinkt vorweg in den Karrenfurchen und Löchern. Wir hatten Gelegenheit, dies alles direkte zu beobachten. Bei gewöhnlicher Witterung versiegt der Bach des Aaberlibodenthales gleich oberhalb dem Aaberliboden vollständig; nur nach mehrtägigem anhaltendem Regen fliesst er bis vor den Hütten vorbei. Etwas weiter thalauswärts kommt im Bachbett meistens wieder etwas Wasser zum Vorschein, versiegt aber bei 950 bis 920 *m* Meereshöhe abermals. Selbst nach Regen ist die Bachrinne, wo sie in den Thalboden hinausmündet, trocken. Erst wenn der Regen sehr ergibig und anhaltend wird, fliesst ein kleiner Bach, der in gar keinem Verhältniss zu seinem grossen Sammelgebiete steht, in den Hauptthalboden hinaus. So lange nicht sehr stark anhaltende Regenfälle stattgefunden haben, läuft von dem bezeichneten Sammelgebiet *kein Tropfen* Wasser oberflächlich ab. An einzelnen Stellen, z. B. ob der Hochfläschenalp, hört man nach Regen die unterirdischen Bäche im Grunde einzelner Karrentrichter rauschen.

In der Umgebung des Schienberg-Zindlengebietes finden sich weder grosse noch kleinere Quellen ausser dem Fläschloch. Die kleinen Quellen bei Blattli, Trebsenalp etc. erreichen mit ihrem Sammelgebiet das eigentliche Schienberggewölbe nicht. Die Alpen im Schienberggebiete leiden an Wassermangel, die spärlichen Tropfen werden in Trögen gesammelt. *Das Fläschloch ist also der alleinige Ausfluss des Schienberg-Zindlengebietes.*

Nach den meteorologischen Beobachtungen von Einsiedeln ist die Niederschlagsmenge dieses Alpenstrichs sehr bedeutend. Sie nimmt in diesen Regionen ferner mit der Höhe noch rasch zu. Wir dürfen jedenfalls für das Fläschlochsammelgebiet 2 *m* pro Jahr annehmen. Davon wird allerwenigstens im Durchschnitt $^3/_4$ zur Quellbildung ver-

wendet — alles mit Ausnahme dessen, was direkt oder durch die Vegetation verdunstet und des Wenigen, was bei ausserordentlichem Hochwasser durch die Bachrinne zwischen Ziggen und Bruch hinausgeht.

Das Sammelgebiet nach seiner Umgränzung in die Karte eingetragen und abgemessen, hat, soweit es sich bestimmen lässt, eine Fläche von etwa $9\,^2/_3$ *km*² = etwa 9,600,000 *m*² (960 Hektaren).

Hieraus berechnet sich der mittlere Ertrag per Minute in abgerundeter Zahl wie folgt: $\frac{9{,}600{,}000 \,.\, 1{,}5}{365 \,.\, 24 \,.\, 60} = 30\ m^3$ per Minute = 30,000 Liter per Minute = $^1/_2\ m^3$ per Sekunde. Diese Zahl stimmt denn auch mit den Beobachtungen an der Fläschlochquelle gut überein. Früher glaubte man, die bedeutende Wassermenge des Fläschloches nur durch Zufluss vom Oberseegebiet her erklären zu können, allein:

1. besteht nach jener Richtung ein vollständig dichter Abschluss durch die Neokomschichten, und

2. müsste die Temperatur der Fläschlochquelle auf 15° bis 20°, statt auf bloss 6,4° stehen, wenn sie in der Tiefe unter der Schienbergmasse durchflösse.

c) Die Verhältnisse des Sammelgebietes in Beziehung auf die Qualität des Quellwassers.

Die Untersuchung des Sammelgebietes hat in Beziehung auf die Qualität der Quelle folgende Resultate ergeben:

Die Tagewasser versiegen durch Klüfte und Trichter nach der Quelle. Das Gestein, in welchem die Quelle sich sammelt und ausbricht, ist nicht fein porös, durchlässig und filtrirend, sondern nur durchlässig *auf offenen Klüften, Löchern und sogenannten Schlotten* (schlauchförmigen Kanälen), in denen man das Wasser rauschen hört. Von einer Filtration kann also hier nicht die Rede sein; ebensowenig aus gleichem Grunde von einer ordentlichen Ausgleichung der Quantität. Durch solches Gestein fliesst das Wasser stets rasch wie ein Bach ab. Hieraus erklärt sich auch der geringe Kalkgehalt der Fläschlochquelle. Wo Wasser langsam und unter hydrostatischem Drucke durch Kalksteinporen sickert, wird es hart, nur wo es ungehindert auf offenen Wegen durchströmt, hat es keine Zeit, Kalk aufzulösen.

Im Sammelgebiet der Fläschlochquelle liegen die Alpen Aaberli, Hochfläschen und Zindeln mit einigen hundert Stück Rindvieh, einer ziemlichen Anzahl von Schweinen und etwas Ziegen. Die Produktion fester thierischer Exkremente beträgt wenigstens 450 *kg* pro Tag. Dieselben werden zum grossen Theil zerstreut auf dem durchlässigen Boden fallen gelassen und bleiben bei schöner Witterung vorläufig liegen. Bei heftigem Regenwetter aber wird der Mist abgespült und man sieht dann dunkelbraune, schaumige Bächlein nach den zahllosen Trichtern sickern und dort verschwinden. Auf den genannten Alpen stehen Viehställe. Nachts und bei schlechter Witterung steht das Vieh ohne Streue im Stalle. Der sich hiebei ansammelnde Mist wird dann durch eine Oeffnung aus dem Stall hinausgestossen und ergiesst sich in einem grossen dicken Brei langsam über den Boden. In der nördlichen Hälfte des Sammelgebietes allein schon gibt es *neun* solche Depositorien, die alle über durchlässigem Untergrunde, Gaultkalk oder Schrattenkalk, liegen; zwei davon fliessen sogar direkte in die Kalkkarren hinein. Der nächste Miststrom, derjenige der vordern Aaberlihütte, liegt bloss 350 *m* vom Fläschloch horizontal entfernt und 200 *m* über demselben. Diese Substanzen versickern nach und nach; sie werden vom Regen in die nicht filtrirenden Kalksteinklüfte hinein abgespühlt. Man trägt sie in der Regel nicht weg und dennoch häufen sie sich im Laufe der Jahre nicht auf, eben weil sie eindringen. Bei anderer Bodenbeschaffenheit liesse sich eine Filtration denken, in diesem Terrain aber und bei solcher lokaler Uebersättigung ist nur ein ungehindertes Einsickern ohne Filtration möglich.

Aus der Beschaffenheit des Sammelgebietes lassen sich folgende Eigenschaften der Fläschlochquelle erkennen:

1. Tiefster Wasserstand und grösste Reinheit des Wassers bei gefrorenem Boden im Winter, dann aber eher höherer Kalkgehalt.

2. Anhaltendes Wasser auch bei Hitze und Trockenheit im Sommer in Folge Schmelzen des Schnees in den hochgelegenen Karren und Trichtern.

3. Rasches Anschwellen bei Regenwetter unter Mitspühlen von Trübung und besonders Verunreinigung durch thierische Abfälle.

4. Niedrige Temperatur in Folge des wenig tiefen Eindringens in den Berg und der andauernden Schneereste.

Die Beobachtungen an der Quelle bestätigen diese Schlüsse in vollem Masse.

B. Die Beobachtungen an der Quelle.

Die steil stehenden Seewerkalkschichten, aus welchen die Fläschlochquelle hervorbricht, zeigen klaffende Fugen und zahlreiche Querrisse und Löcher. Auf einem Raume von kaum 15 *m* Breite und 25 *m* Höhe im Hintergrunde einer kleinen, im Laufe der Vergangenheit durch die Quelle selbst ausgespühlten bewaldeten Nische bricht die Quelle aus vielen Löchern hervor — bei kleinem Stande aus weniger, bei hohem Stande aus zahlreichen und auch aus den höher gelegenen Oeffnungen. Die verschiedenen Austrittspunkte liefern nicht etwa verschiedene Quellen, sondern

verhalten sich zum Quellenstrom im Berge gerade so, wie die verschiedenen Löcher einer Giesskanne zum Inhalt derselben. Zuflüsse von verschiedener Beschaffenheit, die sich etwa durch die Fassungsarbeiten künstlich trennen liessen, existiren nicht, die verschiedenen Quelltheile brechen unter den gleichen Kalkplatten hervor und stehen durch die gleichen Schichtfugen mit einander in Verbindung. Von trennenden undurchlässigen Gesteinsmassen zwischen den einzelnen Quelltheilen ist keine Spur zu finden. Eine allfällige Fassung müsste durch einen, in den Fels zu treibenden Stollen geschehen, welcher so tief als möglich angelegt, dann auch sicherlich alles Wasser zusammenziehen würde.

Den 12. August traf ich die Fläschlochquelle viel kleiner, als ich sie am 9. Juli gesehen hatte. Sie führte jetzt etwa 30,000 Liter per Minute. Diese, wie die folgenden Angaben sind aus Messung von Querschnitt und Geschwindigkeit nach gewöhnlicher Weise berechnet worden. Nicht nur die höchsten Ausflüsse, auch ein Theil derjenigen auf der zweiten Stufe waren trocken. Nachdem das Seidennetz eine halbe Stunde am obersten Ausflusse im Wasser ausgesetzt war, enthielt es starke Trübung und ein schon von Auge sichtbares Gewimmel von kleinen thierischen Organismen. In der Quelle selbst schien das Wasser schön Temperatur 6,4° C.

Den 12. August, Nachts 11 Uhr, kam ein schwaches Gewitter; Nachts 1 Uhr während einer halben Stunde starker Regen.

Den 13. August, Vormittags 8½ bis 9½ Uhr, starker Regen.

Den 13. August Vormittags trafen wir die Fläschlochquelle stark angeschwollen. Der Ertrag war auf 60,000 bis 70,000 Liter per Minute gestiegen. Temperatur 6,3°. Oben quellen an manchen Stellen Bäche heraus, wo gestern kein Tropfen floss.

13. August, trübe Witterung aber wenig Regen.

14. August Vormittag hell, 12½ Uhr kurzes Gewitter.

14. August, Morgens 5½ Uhr, war die Fläschlochquelle schon wieder etwas gefallen, aber *deutlich trübe* geworden, so dass man schon bei 1 *m* Tiefe den Boden nicht mehr deutlich und bei 1½ *m* Wassertiefe den Boden gar nicht mehr unterscheiden konnte, während klares Quellwasser oder Seewasser eine weisse Fläche noch bis 15 *m* Tiefe sehen lässt.

14. August, Abends 3½ Uhr. Ertrag etwa 50,000 Liter per Minute. Wasser etwas trübe.

14. August, Abends 5 Uhr, heftiges, etwa ½ Stunde lang dauerndes Gewitter mit Platzregen; von 6½ Uhr an anhaltender Regen, die Wildbäche schwellen stark an.

14. August, Abends 7½ Uhr, zeigt die Fläschlochquelle noch keine Veränderung gegenüber 3½ Uhr. Temperatur 6,4°. Mit dem Netz gefasste Proben zeigen starke Trübung und sind schon im Glase undurchsichtig.

14. auf 15. August Nachts anhaltender Regen bis Morgens 8 Uhr.

15. August, 10 Uhr. Fläschlochquelle kolossal angeschwollen. Aus den obersten vorher trockenen Oeffnungen kommen mächtige Bäche gestürzt. Quantum wie oben bestimmt zu 240,000 Liter per Minute, also zu etwa dem *Achtfachen* vom 12. August. Das Wasser ist weniger mechanisch getrübt als gestern, hingegen zeigt es eine merkliche *braune Färbung*. Der Schaum des tobenden Wassers hat einen sehr deutlichen, schon aus der Ferne sichtbaren Stich in's schmutzig Gelbe; ein weisses Papier um einen Stein gewickelt ½ *m* tief ins Wasser versenkt, erscheint deutlich gelbbraun gefärbt, bei 1 *m* Tiefe im Quellbach ist der Grund nicht mehr sichtbar und der Quellbach erscheint stark trübbraun gefärbt.

Der Tagebach, der zwischen dem Fläschloch und Hundsloch in das Thal hinaustritt, fliesst schwach seit dem 14. August, hat aber eher wieder etwas abgenommen. Er führt etwa 5000 Liter per Minute, sein Wasser ist klarer, als dasjenige der Quelle.

15. August nur noch wenig Regen, 16. August schön.

16. August, Morgens 5 Uhr. Fläschlochquelle bedeutend abgenommen, doch stets noch gross. Ertrag etwa 140,000 Liter per Minute.

16. August Mittags, in Begleitung der Herren Dr. Bürkli, Prof. Dr. Cramer, Stadtingenieur Burkhardt, Ing. Pestalozzi, Aufseher Pfeiffer, Dr. Hundhausen.

Die Fläschlochquelle hat auf etwa 100,000 Liter per Minute abgenommen. Die obern Ausflüsse aus der Höhle haben aufgehört. Der bräunliche Ton des Wassers ist schwächer, hingegen finden sich in stillen Winkeln hinter Steinen auf dem Wasser gelblichweisse Schaummassen, die *nicht*, wie der reine Gischt, rasch vergehen. In den unmittelbar an der Mündung befestigten Netzen *entsteht solcher Schaum fortwährend neu*. Auf der Hand oder in die Flasche gefasst *zeigt dieser Schaum ganz unzweideutigen, ziemlich starken, mit nichts anderm zu verwechselnden Geruch nach Kuhmist*. In den damit gefüllten Flaschen lässt das Wasser gelbliche Farbe und leichte Fluorescenz erkennen, wie sie verdünnter Jauche eigen ist. Dieser gelblichweisse Schaum ist als charakteristisch für Jauchegehalt bekannt. Er findet sich oft handhoch über dem Wasser in Brunnenstuben schlecht gefasster Quellen, nachdem Regen auf frische Düngung im Sammelgebiete gefallen ist, und er findet sich in den Bergen in kleinen, von schmutzigen Alpen kommenden Sturzbächen nach jedem

Regen regelmässig vor. Beim Fläschloch ist eine Beimengung von Kuhmist *nach* dem Austritt der Quelle aus dem Fels bis zu denjenigen Stellen, wo der Schaum erscheint, unmöglich; er erschien sogar in den unmittelbar vor dem Austritt befestigten Netzen. Die Netze ergeben dicke Trübung. Schon ohne Netz zeigt sich in jeder frisch an der Quelle gefassten Flasche die Trübung und einzelne darin schwimmende Fremdkörper. Der Geschmack des Wassers ist entschieden schlecht.

Stets sind Proben bei verschiedenen Wasserständen zur chemischen, und Netzproben zur mikroskopischen Untersuchung gefasst worden. Es geschah dies stets an Stellen, wo das Wasser unmittelbar aus einer Felskluft hervorbricht, meistens am höchsten Ausflusspunkte, der bei Tiefstand Wasser gibt, und mit allen möglichen Vorsichtsmassregeln in gleicher Weise wenn ich allein fasste, wie später, da wir gemeinsam die Proben fassten. Die Berichte des Herrn Mikroskopikers, der unmittelbar frische Präparate herstellte, wie des Herrn Chemikers werden das Nähere enthalten.

Die *Hundslochquelle,* welche wir jeweilen auch besucht haben, zeigt ganz ähnliche, nur gesteigert ungünstige Verhältnisse. Während die Fläschlochquelle in ihrer Temperatur während der Zeit unserer Beobachtungen trotz der starken Wasserstandschwankungen auffallender Weise nur zwischen 6,3° und 6,4° schwankte, war die Hundslochquelle bei niedrigem Stande 5,3°, bei hohem Stande 5,8°. In ihrem Sammelgebiete lag noch mehr Schnee. Die Schwankungen der Fläschlochquelle, soweit wir dieselben bisher kennen, gehen von 5800 Liter per Minute (Februar 1882, Messung von Herrn Stadtingenieur Burkhardt) auf 240,000 Liter (15. August 1884). Nach Mittheilung von Herrn Sutermeister (Bad Wäggithal) soll sie „zeitweise *noch bedeutend grösser*“ werden, als wir sie am 15. August gesehen haben, so dass der konstatirte kleinste Quellenertrag zum grössten sich wenigstens verhält wie 1 : 50. Die Hundslochquelle hingegen war den 12. August nach der Aussage der Leute ganz trocken, wie ich sie übrigens auch in früheren Jahren schon oft trocken gesehen habe. Den 15. August war sie auf wenigstens 600,000 Liter per Minute (10 m^3 per Sekunde) angeschwollen; durch den kleinen Tunnel, der vom Loch in die Bachrinne führt, schoss sie mit einem Querschnitt von etwa 6 m^2 mit reissender Geschwindigkeit heraus. Sie war braungrau und so trübe, dass das Wasser schon in einer Flasche undurchsichtig erschien, auch gab sie den in seiner Erscheinung und seinem Geruche charakteristischen Mistschaum. Den 16. August Abends aber führte die Hundslochquelle kaum mehr 1000 Liter klares, schönes, reines Wasser per Minute. Häufig steht sie wochenlang ganz ab, das Wasser in der Spaltenhöhle sinkt tiefer und tiefer und fliesst nicht mehr durch den natürlichen Tunnel über.

Die Sammelgebiete beider grossen Quellen, sowie der weiter hinten bei der Aabernalp gelegenen Quelle sind einander in jeder Beziehung ähnlich, ebenso ihre Erscheinungen. Nur hat die Fläschlochquelle offenbar einen bessern Grundstock von wirklichem Quellwasser, mit dem sich die unterirdischen Hochwasserbäche mischen, die Hundslochquelle besteht fast nur aus solchen und kann nicht einfach als Ueberschluckquelle der erstern angesehen werden.

Ganz gleiche Erscheinungen wiederholen sich an zahlreichen Stellen im Gebiet der Kreidekalkalpen (Rheinquelle, bei Sehrenbach am Walensee etc.).

Dass die Trübungen der Fläschlochquelle nicht seltene Ausnahmen sind, sondern nach jedem heftigen Regenfall erscheinen *müssen,* ist nach diesen Beobachtungen für jeden Quellenkundigen selbstverständlich. Sie liegen begründet in den Wasserwegen zwischen der Oberfläche und der Quelle. Mehrere frühere vielwöchentliche Kurgäste des Wäggithales bestätigen mir, dass sie selbst *nach jedem starken Regenfall* die Trübung beobachtet haben.

Die chemischen Analysen, welche Herr Alfr. Bertschinger, chem. Experte der Stadt Zürich, ausgeführt hat, bestätigen auch die bisherigen Angaben in vollstem Masse und ergeben noch einige weitere Gesichtspunkte:

1. Die guten Quellen sind bei Hochwasser ärmer an gelösten (unorganischen) Bestandtheilen, weil verdünnter. Dass unsere Quelle in Beziehung auf die organische Verunreinigung ein umgekehrtes Verhältniss zeigt, ist aus der Beschaffenheit des Sammelgebietes selbstverständlich. So fand Herr Bertschinger in den von ihm selbst im Juli und in den von uns vor dem Hochwasser geschöpften Proben organische Substanz 31 bis 38 und Ammoniak 0,04 bis 0,06 *mgr.* im Liter, was bereits mehr ist, als eine gute Quelle haben sollte. Beim Hochwasser vom 15. August aber war die organische Substanz auf ca. 50, das albuminoide Ammoniak auf 0,08 gestiegen, und der an der Quelle im Netz und in einzelnen Winkeln hinter Steinen angespühlte Schaum enthielt sogar 124,0 *mgr.* organische Substanz, 0,27 *mgr.* freies Ammoniak und 0,56 albuminoides Ammoniak! Der chemische Bestand der Fläschlochquelle ist also sehr schwankend, wie zu erwarten war. Dadurch sind uns auch die vortrefflichen Resultate der Analysen von Prof. Wislicenus, welcher am Sylvester 1861 bei —12,5° Lufttemperatur und sehr niedrigem Stande das Wasser gefasst hatte, und die guten Resultate der Untersuchung von Prof. Dr. Klebs von diesem Sommer erklärlich geworden. Ueberdies bleibt noch zu erwähnen, dass die Analyse von Prof. Wislicenus sich ausschliesslich auf die unorganischen Bestandtheile bezog, und damals

zuverlässige Methoden zur Bestimmung von organischen Verunreinigungen noch fehlten. Uebrigens macht schon Meyer-Ahrens auf den oft unangenehmen Geschmack des Fläschlochwassers nach einigem Stehen aufmerksam (Heilquellen und Kurorte etc. II. Aufl. S. 342).

Die Verunreinigung ist hier wie bei andern Quellen keine beständige, sondern eine *zeitweise*. Bei mittlerem und hohem Stande ist das Wasser in hohem Masse verunreinigt, bei niedrigem Stande, besonders bei gefrorenem und schneebedecktem Boden im Winter kann es zeitweise von vortrefflicher Qualität sein. *Eine* Untersuchung genügt eben nicht, man muss bei den verschiedensten Wasserständen arbeiten. Zeitweise gute Untersuchungsresultate und die sehr oft schlechten bilden keine Widersprüche gegen einander, sondern lehren uns eben, dass wir es hier mit einem unterirdischen Wasserlauf zu thun haben, der so veränderlich ist, wie ein oberflächlich über eine urschmutzige Alp fliessender Bach.

Für praktische Zwecke hilft uns leider die zeitweise Reinheit des Wassers von chemischen und mikroskopischen Beimengungen nicht. Wir haben keine Mittel, bei höheren Wasserständen die Verunreinigungen auszuschliessen. Ankauf der Alpen im Sammelgebiet und Aufhebung der dortigen Viehwirthschaft könnte zwar die Verunreinigung speziell durch Kuhmist aufheben, nicht aber andere Gelegenheiten, und die enorm schwankende Quelle würde eben doch mehr ein unterirdischer, unfiltrirter, wankelmüthiger, oft trüber Bach als eine Quelle sein und bleiben.

2. Die chemische Analyse gibt noch einen weitern interessanten Fingerzeig. Die Zersetzungsprodukte und namentlich die spätern Zersetzungsprodukte organischer Substanzen, wie die salpetersauren Salze, sind kaum in Spuren vorhanden. Die Verunreinigung hat also nicht auf langsamen Umwegen stattgefunden, sondern sehr unmittelbar.

Ferner sind in den Hochwasserproben die Substanzen der flüssigen Exkremente, namentlich die Chloride, nur in sehr geringer Menge da, diejenigen der festen weit vorherrschend. Auch dies ist aus der Beschaffenheit des Sammelgebietes erklärlich. Die flüssigen Exkremente sickern *stets* durch. Ihr Auftreten in der Quelle ist ein stetig vertheiltes und desshalb die Verdünnung sehr gross; die festen Bestandtheile aber werden nur periodisch, bei heftigem Regen, dann aber in angesammelten und entsprechend grossen Mengen, eingeschwemmt.

Man kann nun sagen, die gefundenen Verunreinigungen seien nicht direkte Krankheitserzeuger. Es ist richtig, dass man Abwasser vom Mist gesunder Thiere und Menschen Jahre lang ohne Schaden trinken kann, und dass dies ausserordentlich häufig geschieht. Allein das Gefühl der Reinlichkeit verbietet doch, dies mit Wissen zu thun.

Wie aber ferner, wenn Viehseuchen auf den Alpen ausbrechen? Wo das Wasser so arg verunreinigt werden kann, ist jede Kontrole über die Ausgangspunkte der Verunreinigung unmöglich, und eine schädliche Verunreinigung kann leicht und unerwartet von heute auf morgen eintreten.

Unsere Resultate zusammengefasst lauten etwa wie folgt:

1. Die Fläschlochquelle im Wäggithale schwankt sehr stark und rasch mit der Witterung. Die Verzögerung vom Regenfall bis zum Hochwasser an der Quelle beträgt höchstens 8 bis 12 Stunden. In wenigen Stunden kann die Quelle auf den sechsfachen Gehalt springen. Die uns durch eigene Messungen bekannten Niederstände (Herr Stadtingenieur Burkhardt) und Hochstände (der Unterzeichnete) verhalten sich wenigstens wie 1 : 40. Keine gute Quelle mit ordentlicher Filtration zeigt so starke Schwankungen. Der Niederstand liegt weit unter dem Bedarf von Zürich.

2. Bei mittlerem Stande und bei Hochwasser werden viele Unreinigkeiten und besonders viel Viehmist in die Quellgerinne gespühlt, es fehlt vollständig an Filtration. Der direkte Augenschein (trübbraune Farbe des Wassers), Geruch, Geschmack, chemische und mikroskopische Untersuchung lehren dies leicht und sicher erkennen an den direktesten Austrittspunkten der Quelle. Bei Niederwasser besonders im Winter wird die Fläschlochquelle zeitweise rein, vorübergehend vielleicht sogar vorzüglich. Der chemische Gehalt schwankt stark mit dem Wasserquantum, das die Quelle fördert. Keine günstigen Resultate von Analysen können uns über die schlechten hinweghelfen.

Wir selbst hätten die grösste Freude daran empfunden, wenn unsere Beobachtungen es uns erlaubt hätten, das günstige Vorurtheil über die Fläschlochquelle zu rechtfertigen und zur wissenschaftlich festgestellten Wahrheit zu erheben. Es thut uns leid, dasselbe zerstören zu müssen.

Weitere Beobachtungen und Messungen sind wünschbar, allein das vorhandene Beobachtungsmaterial genügt bereits, um die Fläschlochquelle als ein unfiltrirtes Alpenabwasser zu bezeichnen, das niemals und vielleicht in keiner Richtung den Vergleich mit dem Zürichseewasser aushalten kann, und das als gänzlich unbrauchbar für eine Wasserversorgung erklärt werden muss.

Hottingen-Zürich, 28. August 1884.

Dr. Albert Heim,
Professor.

Nachtrag.

Um noch exaktere und nach Instruktion leicht vorzunehmende Ablesungen über den Ertrag der Fläschlochquellen zu erhalten, ist eine Schwelle mit bestimmtem

Ueberfallsprofile in den Quelllauf eingesetzt worden. Aus den Pegelablesungen hinter der Schwelle ergeben sich nun regelmässige Messungen vom 10. Oktober ab, die wir im Folgenden, nach den Mittheilungen des Herrn Stadtingenieur Burckhardt mit den älteren Messungen zusammenstellen:

		Minutenliter	
1882 Febr.		5,800	nach anhaltender Trockenheit
1884 Juli 9.	 ca.	50,000	
1884 Aug. 12.	 ca.	30,000	
1884 „ 13.	 ca.	65,000	
1884 „ 14.	 ca.	50,000	
1884 „ 15.	 ca.	240,000	
1884 „ 16.		140,000	Morgens
1884 „ 16.		100,000	Nachmittags
1884 Okt. 10.		76,500	

		Minutenliter
1884 Okt. 13.		54,500
1884 „ 16.		41,200
1884 „ 23.		35,400
1884 Nov. 18.		14,200
1884 „ 23.		13,500
1884 „ 30.		12,800
1884 Dez. 7.		39,600
1884 „ 14.		19,000
1884 „ 21.		19,000
1884 „ 28.		15,800
1885 Jan. 4.		14,200
1885 „ 11.		12,800
1885 „ 18.		12,100
1885 „ 25.		11,400

II. Erster Bericht über die chemische Untersuchung von Wasser der Fläschloch- und der Hundslochquelle im hintern Wäggithal.

Die zu dieser Untersuchung dienenden Wasserproben habe ich am 27. Juli im Wäggithal persönlich gefasst.

Das System der Untersuchung wurde von Herrn Professor Dr. Lunge zusammengestellt. Da diese Methode bei allen Wasseruntersuchungen für die Zwecke der Wasserversorgung und Wasserkontrolle der Stadt Zürich, soweit die betreffenden chemischen Unteruchungen mir zufallen, genau eingehalten und befolgt werden wird, so führe ich dieselbe hier an, um solche ein für allemal zur Kenntniss der Behörde zu bringen und um deren Wiedererwähnung bei späteren Berichten enthohen zu sein.

Es werden jeweilen mit jeder Wasserprobe die folgenden Operationen ausgeführt:

1. Bestimmung der festen Bestandtheile bei 100° C.
2. Bestimmung des Glührückstandes nach Behandlung desselben mit Ammoncarbonat.
3. Bestimmung der organischen Substanz mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung (Methode von Kubel, Dauer des Kochens 10 Minuten).
4. Bestimmung des freien und des Albuminoïd-Ammoniaks nach der Methode von Wanklyn.
5. Prüfung auf salpetrige Säure und eventuelle colorimetrische Mengenbestimmung derselben, beides mit Toluylendiamin.
6. Prüfung auf Salpetersäure mit Brucin und eventuelle Quantitätsbestimmung derselben nach der Methode von Schlösing-Grandeau.
7. Prüfung auf Chloride und eventuelle gewichtsanalytische Bestimmung derselben.
8. Prüfung auf Sulfate und eventuelle gewichtsanalytische Bestimmung derselben.
9. Bestimmung der Alkalinität durch Titration des Wassers mit $^1/_{10}$ normal Salzsäure und Methyl-Orange als Indikator.
10. Im Falle es speziell gewünscht wird, Bestimmung der Gesammhärte und der bleibenden Härte durch die bekannte Seifenprobe, doch ist derselben kein irgend erheblicher Werth neben den obigen Bestimmungen beizumessen.

Nach diesem System, in welchem die besten und zugleich die möglichst einfachen Untersuchungsmethoden kombinirt sind, wurden die Wasserproben der Fläschloch- und der Hundslochquelle untersucht und daneben zur Vergleichung eine Probe des Wassers der städtischen Brauchwasserleitung.

Sämmtliche Prüfungen wurden zweimal angestellt und dabei im wesentlichen übereinstimmende Resultate erhalten. Die wichtigsten Operationen (Bestimmung des freien und des albuminoïden Ammoniaks, Prüfung auf salpetrige und Salpetersäure und Bestimmung der Alkalinität) wurden von Herrn Professor Lunge in seinem Laboratorium ausgeführt, wobei ich anwesend war und mir diese Untersuchungs-Methoden aneignete. Die sonstigen Bestimmungen und die zweiten Untersuchungen habe ich im städtischen Laboratorium ausgeführt.

Folgendes sind die Untersuchungsresultate:

	Fläschlochquelle	Hundslochquelle	Brauchwasser
	Mgr. im Liter	Mgr. im Liter	Mgr. im Liter
Feste Bestandtheile	126	124	162
Glührückstand	103	100	146
Organische Substanz ...	38,7	31,4	22,8
Freies Ammoniak	0,04	0,04	Spuren
Albuminoïdes Ammoniak	0,06	0,04	0,03
Salpetrige Säure...	Keine	Keine	Keine
Salpetersäure	Deutliche Reaction	Deutliche Reaction	Kaum Spuren
Cloride	Nur Spuren	Nur Spuren	Ganz wenig
Sulfate	Nur Spuren	Nur Spuren	Ganz wenig
Alkalinität	10,75	10,50	12,2

Die Alkalinität ist ausgedrückt in Theilen Calciumcarbonat per 100,000 Theile Wasser gleich den französischen Härtegrapen.

Die vorstehenden Ergebnisse der chemischen Untersuchung gestatten uns folgenden Schluss auf die Qualität der untersuchten Wasserproben:

Die beiden Wasser aus dem Wäggithal, Fläschloch- und Hundslochquelle, sind *nicht* als Trinkwasser *erster* Klasse zu bezeichnen.

Die Anwesenheit nicht unwesentlicher Mengen freien Ammoniaks neben grösserem Gehalt an albuminoïden Ammoniak, die Gegenwart von Salpetersäure in deutlicher Menge und die nicht unbedeutende Quantität des zur Oxydation erforderlichen Permanganates lassen diese Wasser als solche erscheinen, welche zwar als Trinkwasser nicht unbrauchbar, aber doch nicht empfehlenswerth sind.

Hierbei fällt die Armuth dieser Wasser an mineralischen Bestandtheilen (geringe Härte) durchaus nicht günstig

in's Gewicht und ist sogar ein Grund, dieselben eher als verdächtig hinzustellen, da bei wirklicher Filtration durch den dortigen kalkigen Boden die Härte bedeutend grösser erscheinen sollte, wie schon Herr Professor Heim dargelegt hat.

Soweit aus dem *chemischen* Verhalten geschlossen werden darf, ist das Wasser der städtischen Brauchwasserleitung reiner und besser als dasjenige der Wäggithalquellen.

ZÜRICH, 15. August 1884.

Alfred Bertschinger,
chemischer Experte der Stadt Zürich.

Mit dem obenstehenden Gutachten des städtischen Chemikers, Herrn Bertschinger, erkläre ich mich vollkommen einverstanden.

ZÜRICH, 16. August 1884.

Dr. Lunge, Professor.

III. Zweiter Bericht über die chemische Untersuchung von Wasser aus dem Wäggithal.

Am 18. dies erhielt ich von Herrn Professor Heim sechs Proben von Wasser zu chemischer Untersuchung unter folgender Bezeichnung zugestellt:

1. Fläschloch, 13. Aug., Vorm. 10 Uhr, nach Regenschwellung.
2. id. 14. „ Abends 7 1/2 „
3. id. 15. „ Vorm. 10 „ grosser Stand.
4. id. 16. „ — möglichst am Ursprung.
5. id. 16. „ — *„Schaum“*.
6. Hundsloch, 15. „ Vorm. 12 Uhr *„Schaum“*.

Von Nr. 3 waren es zwei, von Nr. 5 anderthalb, von den übrigen Proben nur je eine Flasche.

Die chemische Untersuchung wurde nach der in meinem Bericht vom 15. August dargelegten Methode vorgenommen und so weit geführt, als das jeweilige Material reichte, wobei in erster Linie und bei allen Proben das freie und das albuminoïde Ammoniak sowie die Alkalinität bestimmt und auf salpetrige Säure und Salpetersäure geprüft wurde. Die Proben Nr. 3 und Nr. 5 konnten allseitig untersucht werden.

Den folgenden Untersuchungs-Resultaten stelle ich zur Vergleichung die analytischen Ergebnisse der am 27. Juli von mir erhobenen und unterm 15. August begutachteten zwei Proben voran.

	a. Hundsloch vom 27. Juli	b. Fläschloch vom 27. Juli	1. Fläschloch vom 13. Aug.	2. Fläschloch vom 14. Aug.	3. Fläschloch vom 15. Aug.	4. Fläschloch vom 16. Aug.	5. Fläschloch Schaum	6. Hundsloch Schaum
	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.	Mgr. pr. Ltr.
Feste Bestandtheile	124	126	—	—	125	—	162	—
Glührückstand	100	103	—	--	107	—	107	—
Organische Substanz	31,4	38,7	—	—	49,8	—	124,0!	91,1
Freies Ammoniak	0,04	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,27!	0,13
Albuminoïdes Ammoniak	0,04	0,06	0,05	0,01	0,08	0,05	0,56!	0,22
Salpetrige Säure	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine
Salpetersäure	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion	Deutl. Reaktion
Cloride	Spuren	Spuren	Spuren	—	Spuren	—	Spuren	Spuren
Sulfate	Spuren	Spuren	—	—	Spuren	--	Spuren	—
Alkalinität (in frz. Härtegraden)	10,50	10,75	10,40	9,60!	10,50	10,15	10,75	—

Wenn wir von den als „Schaum“ bezeichneten Proben absehen, so finden wir keine Differenzen von wesentlicher Bedeutung zwischen den Untersuchungsergebnissen der einzelnen Proben. Sämmtliche enthalten neben nicht unerheblichen Mengen von albuminoïdem auch freies Ammoniak in bestimmbarer Menge und sind deshalb *nicht* als Trinkwasser erster Klasse zu bezeichnen.

Der Gehalt an diesen für die sanitarische Würdigung eines Wassers so bedeutungsvollen Besandtheilen ist ein schwankender (freies Ammoniak 0,02—0,05 und albuminoïdes Ammoniak 0,04—0,08 *mg.* per Liter), wie auch die Alkalinität (Summe der kohlensauren Salze) bei den verschiedenen Proben etwas differirt (von 9,60 — 10,75 Theilen $CaCO_3$ in 100,000 Theilen Wasser); das Wasser der Fläsch-

lochquelle ist somit *veränderlich* hinsichtlich Reinheit und Gehalt an Mineralstoffen.

Auffallend erscheint, dass (abgesehen vom „Schaum") der „grosse Stand" (Probe Nr. 3) am meisten albuminoïdes Ammoniak sowie organische Substanz führt, während man bei grösserer Wassermenge auch grössere Verdünnung der Beimischungen und deshalb reineres Wasser erwarten sollte. Dieses Vorkommen ist erklärbar durch die Annahme, dass bei grossem Stand der Quelle stickstoffhaltige organische Substanz *durch Schwemmung* mitgerissen wird und in das Wasser übergeht.

Die Untersuchung der beiden als „Schaum" bezeichneten Wasserproben ergab, dass dieselben — diejenige vom Fläschloch noch mehr als diejenige vom Hundsloch — ausserordentlich reich sind an freiem und besonders an albuminoïdem Ammoniak, was auf einen Zusammenhang dieser Objekte mit in Fäulniss begriffenen stickstoffhaltigen organischen Substanzen schliessen lässt. — Der Gehalt dieser Proben an organischer Substanz im ganzen ist der Verunreinigung entsprechend hoch; die Reaktionen auf Chloride und auf Salpetersäure hingegen sind bei diesen Schaumproben (5 und 6) nicht intensiver als bei den Wasserproben a, b und 1 bis 4. Ein Wasser von dem chemischen Verhalten dieser beiden als „Schaum" bezeichneten Proben ist als Trinkwasser absolut unzulässig.

ZÜRICH, 27. August 1884.

Alfred Bertschinger,
chemischer Experte der Stadt Zürich.

Obwohl ich bei der im Obigen erwähnten neuen Untersuchung des Wäggithalquellwassers nicht persönlich betheiligt gewesen bin, wie dies bei der ersten Untersuchung der Fall war, so kann ich doch auch diesem vorliegenden Gutachten des städtischen Chemikers, Herrn Bertschinger, meine volle Zustimmung geben, da die angewendeten Untersuchungsmethoden dieselben wie früher waren, und auch die aus den Untersuchungsresultaten gezogenen Schlüsse mit meiner Ansicht ganz übereinstimmen.

ZÜRICH, 3. September 1884.

Dr. **Lunge**, Professor.

IV. Anhang zu dem Gutachten über die chemische Beschaffenheit des Wäggithal-Wassers.

Im Folgenden möchte ich mir gestatten, die bei der Untersuchung der Proben des Wäggithal-Wassers angewendeten Methoden anzuführen, und zugleich die Gründe anzugeben, warum gerade diese Methoden gewählt und andere Bestimmungen unterlassen worden sind.

Ich hielt es für nicht angebracht, eine ganz vollständige Analyse der verschiedenen Proben jenes Wassers in der Art von Mineralwasser-Analysen auszuführen. Es hätte dies eine Arbeit von Monaten bedeutet, und waren nicht einmal die erforderlichen Arbeitskräfte dafür disponibel, da ich selbst nur den Anfang der Ferien darauf verwenden konnte, meine sämmtlichen Assistenten zum Militärdienst einberufen wurden, und meine Anfragen bei Kollegen in dieser Beziehung resultatlos blieben. Die ganze Arbeit musste also dem Stadtchemiker, Herrn Bertschinger, zufallen, welcher durch anderweitige amtliche Aufgaben ohnehin sehr in Anspruch genommen ist und unmöglich eine grössere Reihe solcher vollständiger Analysen hätte ausführen können. Wir haben die erste Serie der unten zu beschreibenden Untersuchungs-Methoden gemeinschaftlich durchgearbeitet und bin ich danach überzeugt, dass auch die von Herrn Bertschinger allein gewonnenen Resultate durchaus zuverlässige sind.

Um jedem Missverständniss vorzubeugen, muss ich mit aller Bestimmtheit erklären, dass die Summe der unten zu beschreibenden chemischen Untersuchungs-Methoden ein für den vorliegenden Zweck vollkommen genügendes Material bietet, und dass eine vollständigere chemische Untersuchung, also z. B. die Bestimmung der minimen Mengen von Magnesia, Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Alkalien etc., welche in dem Wasser vorkommen mögen, für die Beurtheilung der Brauchbarkeit desselben als Trinkwasser ganz unerheblich gewesen wäre. Ich habe eben absichtlich nur solche Methoden ausgewählt, welche für letzteren Zweck nützliche Anhaltspunkte geben konnten.

Hier folgte in der ersten Ausgabe dieses Berichtes eine Beschreibung der angewendeten Untersuchungsmethoden, welche durch deren ausführlichere Erörterung im Spezialbericht Nr. 5 entbehrlich geworden ist.

Zum Schlusse sei mir gestattet darauf einzugehen, was für Gründe denn eigentlich vorliegen, dem Wasser des Fläschlochs im Wäggithal eine so ausserordentliche „chemische Reinheit“ zuzuschreiben, es das „beste Wasser der Welt“ zu nennen u. dgl. Da man doch einen blossen Volksglauben oder den alten Ruf heilkräftiger Wirkung bei Hautkrankheiten (sei dieser begründet oder nicht) nicht als zureichenden Grund gelten lassen kann, um der Stadt Zürich die enormen Kosten einer Zuleitung dieses Wassers zuzumuthen, so ist man ausschliesslich auf die Untersuchungen angewiesen, welche Herr Professor Wislicenus in den Jahren 1861 und 1867 mit dem Fläschlochwasser angestellt hat und wir wollen nun sehen, wie weit diese Untersuchungen zur Begründung jenes alten Volksglaubens beitragen können. Eine mikroskopische Untersuchung wurde damals gar nicht angestellt; sie hätte auch verhältnissmässig wenig genützt, denn die Entdeckungen, auf welche sich die heute angewendeten Methoden stützen, sind erst sehr viel später gemacht worden; von „Bacillen“ wusste man damals noch wenig oder nichts. Nun wird aber heutzutage auf diese Untersuchung ein mindestens ebenso grosser Werth als auf die chemische Untersuchung gelegt, und der letzteren überhaupt nur die Berechtigung zugestanden, ein Wasser für „verdächtig“ oder „in chemischer Beziehung nicht verdächtig“ zu erklären. Auch ein Wasser der letzteren Klasse, d. h. ein solches, welches dem Chemiker keine deutlichen Indizien einer Verunreinigung darbietet, kann sich durch mikroskopische Untersuchung noch als unbrauchbar für Trinkwasser herausstellen. Diese enorme Lücke macht an und für sich die damaligen Untersuchungen des Wäggithal-Wassers zu nicht massgebenden.

Wie steht es nun mit der chemischen Analyse dieses Wassers? Eine vollständige Analyse desselben wurde nur einmal gemacht, nämlich mit der gegen Ende Dezember 1861 bei einer Lufttemperatur von — 12° geschöpften Probe; diese Analyse ist von Wislicenus in der Vierteljahrsschrift der Zürcher naturforschenden Gesellschaft, Band 7, S. 264, veröffentlicht worden. Sie weist nur anorganische Bestandtheile und als „organische“ nur den Glühverlust

auf, welcher seitdem allgemein als durchaus unzuverlässiges Kriterium für die Menge der organischen Bestandtheile angesehen wird, womit auch Wislicenus selbst in seinem Berichte von 1867 übereinstimmt. Ammoniak und Salpetersäure wurden nicht aufgefunden; aber die Methoden für Auffindung so kleiner Mengen dieser Substanzen, als hier in Frage stehen, waren damals noch gar nicht bekannt und ist daher dieses negative Resultat in keiner Weise als abschliessend anzusehen. Auf organischen Stickstoff wurde gar nicht reagirt; dies ist eben erst viel später aufgekommen. So wenig man daran denken kann, die Genauigkeit der quantitativen Bestimmungen jener Analyse anzuzweifeln, ebensowenig kann man doch auch die damalige Untersuchung als irgend massgebend nach heutigen Begriffen für die Beurtheilung des Wassers als Trinkwasser anerkennen, und das würde sicherlich jener berühmte Chemiker selbst, der sie 1861 gemacht hat, heute am allerersten zugeben. Wenn er damals das Fläschloch-Wasser für ein „ungemein reines“ erklärte, so bezog sich dies überdem augenscheinlich wesentlich auf seine Härte, denn es wird diese Reinheit als auffällig bei seinem Ursprunge aus kalkigen Schichten hingestellt und es kann höchstens dabei an die Anwendung zu Bädern gedacht sein, von der in dem Aufsatze später die Rede ist, während von einer Anwendung zum Trinken sich kein Wort findet.

Weiterhin liegt nur noch eine, und zwar unvollständige Analyse des Wäggithalwassers vor, welche im Mai 1867 von Herrn O. Meister unter der Leitung von Professor Wislicenus gemacht wurde, und welche in des Letzteren ausführlichem Berichte an den Tit Stadtrath Zürich über seine zahlreichen Wasseruntersuchungen vom November 1867, der mir handschriftlich im Original vorliegt, angeführt ist. Der Grund, warum man sich damals mit einer unvollständigen Analyse begnügte, war der, dass wegen der enormen Kosten an eine Zuleitung dieses Wassers nach Zürich doch nicht ernstlich gedacht wurde. Es wurde damals nur bestimmt: Gesammtrückstand, Glühverlust (der doppelt so hoch als im Jahre 1861, weit höher als der des filtrirten Limmatwassers und sogar höher als der der meisten Proben von unfiltrirtem Limmat- und Seewasser gefunden wurde!), Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff. Dass diese Untersuchung für unseren Zweck überhaupt gar nichts beweisen kann, ist selbstredend; wenn man auf den Glühverlust irgend etwas geben könnte, so würde ja wahrlich das Resultat kein günstiges zu nennen sein.

Gesetzt aber auch, die Analysen von Wislicenus wären nach den vollkommensten der *heute* bekannten Methoden ausgeführt und sie hätten das glänzendste Resultat in Bezug auf Reinheit des Wäggithalwassers ergeben, so würden wir doch mit denselben für unseren Zweck gar nichts anfangen können. Die im Dezember 1861 bei —12° geschöpfte Probe stammt aus einer Zeit, wo das ganze Sammelgebiet der Quelle seit langer Zeit dicht gefroren gewesen sein musste und natürlich organische Verunreinigungen von oben her ganz ausgeschlossen waren; auch im Mai 1867 waren die Alpen sicher noch nicht befahren, und damals wurden ja ohnehin, wie wir oben sahen, nur wenige und für uns unwichtige Bestimmungen vorgenommen. Wenn auch im Winter und Frühjahr das Wasser des Fläschlochs wirklich genügend rein wäre (was wir überhaupt gar nicht wissen), so zeigt doch gerade die geologisch-mikroskopisch-chemische Untersuchung, dass dies im Sommer und sicher auch im Herbst ganz bestimmt *nicht* der Fall ist, und dass es ein unverantwortlicher Akt wäre der Stadtgemeinde eine Ausgabe von mehreren Millionen für Erwerbung und Leitung jenes Wassers anzurathen — eines Wasses, welches seinen Ruf, wie wir sahen, ganz missverständlicher Weise erhalten hat*).

ZÜRICH, Oktober 1884.

Dr. Lunge, Professor.

*) Seit Abfassung des obenstehenden Berichtes habe ich Gelegenheit gehabt, den Inhalt desselben Herrn Prof. Dr. Wislicenus mündlich mittheilen zu können, und habe die Freude gehabt, dass derselbe den von mir ausgesprochenen Ansichten über die Nicht-Massgeblichkeit seiner früheren Analysenresultate und Untersuchungsmethoden für die Beurtheilung eines Wassers auf seine Brauchbarkeit als Trinkwasser *vollkommen* beistimmte.

V. Bericht über die mikroskopische Untersuchung des Wäggithal-Wassers.

Untersucht wurden:

I. Je *eine Absatzprobe* von Wasser aus dem **Fläschloch** und **Hundsloch**, gesammelt Ende Juli von Herrn Stadtchemiker *Bertschinger* durch Eintauchen eines Beutelgarnes, möglichst hoch oben. Menge des durchgetretenen Wassers ca. 20 m^3. Gefässe, worin der Absatz transportirt wurde: Konservegläser. Datum der Untersuchung: 29. resp. 30. Juli.

Ergebniss:

a) Fläschloch.

Absatz sehr reichlich; darin *viel Detritus mit sehr vielen, lebhaft vegetirenden Spaltpilzen* (darunter schöne Stäbchen, wovon einzelne Typhusbacillen ähnlich waren, womit aber nicht gesagt sein soll, dass sie Typhus hervorzurufen vermocht hätten). Pilzmycelium und Sporen. Diverse Fragmente höherer Pflanzen, darunter vereinzelte Gefässe.

Zahlreich laidirte Bastfasern und verschiedenfarbige Wollhaarfragmente.

Verschiedene Diatomaceen (nicht zahlreich) und andere Chlorophyll-haltige Algen, z. B. Ulothix.

Phycochromaceen (Chroococcus, Oscillariee, Nostoc, Tolypothrix) häufig.

Moosfragmente ebenfalls häufig.

Diverse Thierchen: Infusorien (eine Vorticella) selten, Räderthiere, Wasserälchen, Cyklops und andere Kruster.

b) Hundsloch.

Absatz merklich weniger stark.

Zusammensetzung im Wesentlichen gleich. *Viel Detritus mit zahlreichen Spaltpilzen* (Coccen, Stäbchen, auch in Bewegung begriffene Spirillen), Pilzmycelium und Sporen. Epidermis-Fetzen und Gefässe höherer Pflanzen.

Dieselben Bastfasern und Wollhaarfragmente.

Diverse grüne Algen, Diatomaceen, Phycochromaceen (Chroococcus, Oscillariee), letztere selten.

Moosfragmente häufig.

Fauna weniger mannigfaltig (Infusorien, Mückenlarve).

II. *Zwei Absatzproben* von Wasser der *Fläschlochquelle*, gesammelt von Herrn Professor *Heim* am 12.—14. und (bei hohem Wasserstand) am 15. August durch Eintauchen eines Seidennetzes während ca. $^1/_2$ resp. $^1/_4$ Stunde. Menge des durchgetretenen Wassers dort 40 Liter per Minute. Erhalten in Konservegläsern, untersucht am 18. August.

Ergebniss:

Absatz von Probe *a* relativ weniger reich und heller gefärbt, von *b* reichlich und dunkelbraun.

Zusammensetzung bei beiden ähnlich. *Viel Detritus mit zahlreichen Spaltpilzen* (Coccen, Stäbchen, Vibrionen), Resten höherer Pflanzen, doch keine Epidermis-Fetzen noch Gefässe.

Bastfasern und Wollhaarfragmente sehr spärlich.

Verschiedene, zum Theil sehr schöne Diatomaceen, Fragmente von Hydrurus irregularis, einer Gebirgsbach-Alge.

Moosbruchstücke häufig.

Infusorien (häufig), Kruster, Wassermilben, Insektenreste, Larve von Pilzmycelium überzogen.

III. Je *eine Absatzprobe* von Wasser der *Fläschloch-* und *Hundslochquelle* am 16. August, nachdem der Wasserstand schon wieder viel kleiner geworden war, *vom Berichterstatter selbst*, im Beisein und unter der Mithülfe der Herren Professor Heim, Dr. Bürkli, Stadtingenieur Burkhardt, Ingenieur Pestalozzi, Dr. Hundhausen, gesammelt zu alleroberst, unmittelbar da, wo die Quellen aus dem Felsen hervorsprudeln.

Beim Fläschloch wurden zwei Garne, das eine mit eisernen Kettchen, das andere mit einer neuen Schnur befestigt, *7 Stunden lang* von Wasser durchströmt, beim Hundsloch ein an Drähten aufgehängtes Garn *20 Minuten lang* eingetaucht. Durchgetretene Wassermenge, zumal im ersten Fall, *sehr gross*. — Gefässe: Konservegläser. — Zeit der Untersuchung dort 19., hier erst 28. August.

Ferner eine Probe Schaumwasser vom Fläschloch, am gleichen Tag unterhalb des obersten Absturzes mittelst eines sterilisirten Kölbchens direkt aufgefangen.

Endlich Proben der kryptogamischen Gewächse, welche die Felsen bedecken, worüber das Wasser herunterläuft.

Ergebniss:

a) In dem sehr reichlichen Absatz vom *Fläschloch: fast lauter Detritus mit unzähligen Spaltpilzen* (Coccen, resp. Sporen, Bacillen, auch typhusähnlichen, Vibrionen, Spirillen), diversen, nicht bestimmbaren Resten höherer Pflanzen (Gefässe sehr selten).

Bastfasern, Wollhaare keine.

Diatomaceen *auch keine,* dagegen einige Phycochromaceen.

Moosreste *spärlich.*

Zahlreiche Leichen kleinerer Thierchen, Infusorien.

b) In dem spärlichen Absatz vom *Hundsloch:* ebenfalls *viel Detritus mit Spaltpilzen,* Mycelium von Fadenpilzen, wenig erkennbare Reste höherer Pflanzen, darunter ein sehr prägnantes Gefäss.

Farblose und gefärbte Bastfasern (resp. Wollhaare?) sehr selten.

6 Fragmente von Zwirnfaden aus stark laidirten Baumwollfasern, 1 Seidenfaden.

Diatomaceen *spärlich,* Phycochromaceen (Nostoc) *ebenfalls.*

Moosreste hie und da.

Infusorien häufig, Amoeben in Bewegung wiederholt, Wasserälchen, abgeworfene Häute von Insekten nicht selten.

c) Das Schaumwasser erwies sich ausserordentlich reich an Spaltpilzen. Näheres unten.

d) Die grüne Pflanzendecke des Felsens besteht vorwiegend aus *Moosen* (Laub- und Lebermoosen); auch einzelne *Flechten,* besonders Collemen kommen vor. Zwischen den durchnässten Moosen finden sich verschiedene Algen eingesprengt, besonders Diatomaceen, aber auch grössere grüne Algen (Hydrurus, Vaucheria, Spirogyra).

Ein Phormidium (Oscillariee) bildet stellenweise ausgedehnte, herabhängende Häute von glänzend schwarzgrüner Farbe. Darin nisten zahlreiche Spaltpilze.

Vorstehende Beobachtungen lehren:

1. Dass das Wäggithalwasser beim Passiren eines Beutelgarnes unter Umständen sehr viel Schmutz zurücklässt; doch darf nicht verschwiegen werden, dass dann auch die durchgetretene Wassermenge sehr bedeutend ist. Schon 20 m^3 sind ein sehr ansehnliches Quantum.

2. Dass *gewisse* Bestandtheile in jenen Rückständen manchmal *fehlen,* so Bastfasern, Wollhaare, Zwirn- und Seidefäden, *andere* dagegen *stetig wiederkehren,* voran: *Detritus mit erstaunlichen Mengen von Spaltpilzen,* gewisse Algen, Moosfragmente, diverse Thierchen und Leichen solcher.

Jene Gebilde sind wohl als *zufällige,* von den beim Einsammeln verwendeten Schnüren, vom Beutelgarn selbst etc. stammende Verunreinigungen zu betrachten und *von diesen manche* ohne Zweifel auf die *nächste Umgebung* der Quelle zurückzuführen, so besonders die Moosreste, viele Algen und manche Thiere.

Anders verhält es sich dagegen allem Anschein nach mit *dem Detritus* und *den Spaltpilzen.* Zwar kommt dergleichen natürlich auch an den Felsen vor; allein die Absatzproben vom 16. August waren *so weit oben* gefasst worden, und die Residua dennoch so *voluminös,* dass wir annehmen müssen, diese Beimengungen seien *vom Wasser selbst aus der Höhe herunter*gebracht worden. Dafür spricht auch die Thatsache, dass das an einer für Vieh durchaus unzugänglichen Stelle gefasste, an Spaltpilzen überreiche *Schaumwasser* einen unverkennbaren *Geruch nach Kuhmist* entwickelte. Es stimmt damit auch das häufige Vorkommen der oben erwähnten Phormidiumhäute an den Felsen, d. h. einer Algenform, die im Allgemeinen nicht im reinsten Wasser zu vegetiren pflegt; doch möchte ich darauf nicht zu viel Gewicht legen.

Ueber die *Menge der im Schaumwasser enthaltenen Bakterien* geben folgende Versuche genauern Aufschluss:

a) Am 18. August wurden einige Tropfen Schaumwasser mit geschmolzener und *unter* Handwärme abgekühlter Nährgelatine vermengt. Bis zum 19. hatten sich in der erstarrten Gallerte eine Unmasse Bakterienkolonien gebildet, am 21. erschien die Gallerte unten blasig zerklüftet (durch Gasentwicklung?), oben verflüssigt.

b) Am 19. wurde eine durch Glühen sterilisirte, dann wieder kalt gewordene Platinnadel in Schaumwasser und gleich darauf in sterilisirte Nährgelatine getaucht. Am 21. war die Gallerte oben bereits verflüssigt, unten liessen sich noch gegen 100 Bakterienkolonien unterscheiden.

c) Zwei gleiche am 21. eingeleitete Versuche gaben ähnliche Resultate.

d) Am gleichen Tag wurden ferner 0,15 cm^3 Schaumwasser mit einigen cm^3 sterilisirter und flüssig gemachter Nährgelatine gemischt, dann das Gemenge auf eine bei 160° sterilisirte Glasplatte gegossen und unter einer niedrigen, reinen Glasglocke ruhig stehen gelassen. Schon am 22. zählte ich pro cm^2 der inzwischen wieder erstarrten Gelatine 400—500 Spaltpilzkolonien, was, da die Gelatine einen Flächenraum von rund 100 cm^2 bedeckte, für diese Fläche 45,000 Kolonien und *pro 1 cm^3 Schaumwasser 300,000 entwicklungsfähige Spaltpilzkeime ergibt.*

Gewiss hatten sich die Bakterien vom 16. August, dem Tag der Fassung, bis zum 21. in dem Wasser *vermehrt;* um dies aber in ausgiebiger Weise thun zu können, musste eben das Wasser unrein sein. Dass sie aber schon am 18., ja am Tage der Fassung, zahlreich gewesen sein müssen, das beweisen die Versuche vom 18. und 19. und die schon am 16. im Wäggithal angefertigten mikroskopischen Präparate.

Herr Prof. Heim hält dafür, dass bei anhaltendem starken Regenwetter Kuhmist direkt in das Quellwasser des Wäggithals gelange und die geologische Beschaffenheit des Sammelgebietes, die wirthschaftlichen Verhältnisse daselbst, die ausserordentliche Wandelbarkeit der Ausflussmengen der Quellen, der Geruch des Schaumwassers, sein Reichthum an Bakterien, der nicht eben angenehme Geschmack stubenwarmen Wassers machen dies in hohem Grade wahrscheinlich. Nicht zu alter Kuhmist enthält

begreiflicher Weise zahllose, unverdaute Reste der verschiedensten Kräuter: Epidermis-Fetzen von Gräsern, Gefässe u. s. w. Es ist auffallend, dass in den Absätzen der Fläschloch- und Hundslochquelle im ganzen nur selten solche Elemente zu finden waren; entweder musste also die Hauptmasse des Mistes, zur Zeit der Probenahme, durch das vorausgegangene Hochwasser schon fortgeschwemmt gewesen sein, oder vorher einen sehr weit gediehenen Zersetzungsprozess durchgemacht haben.

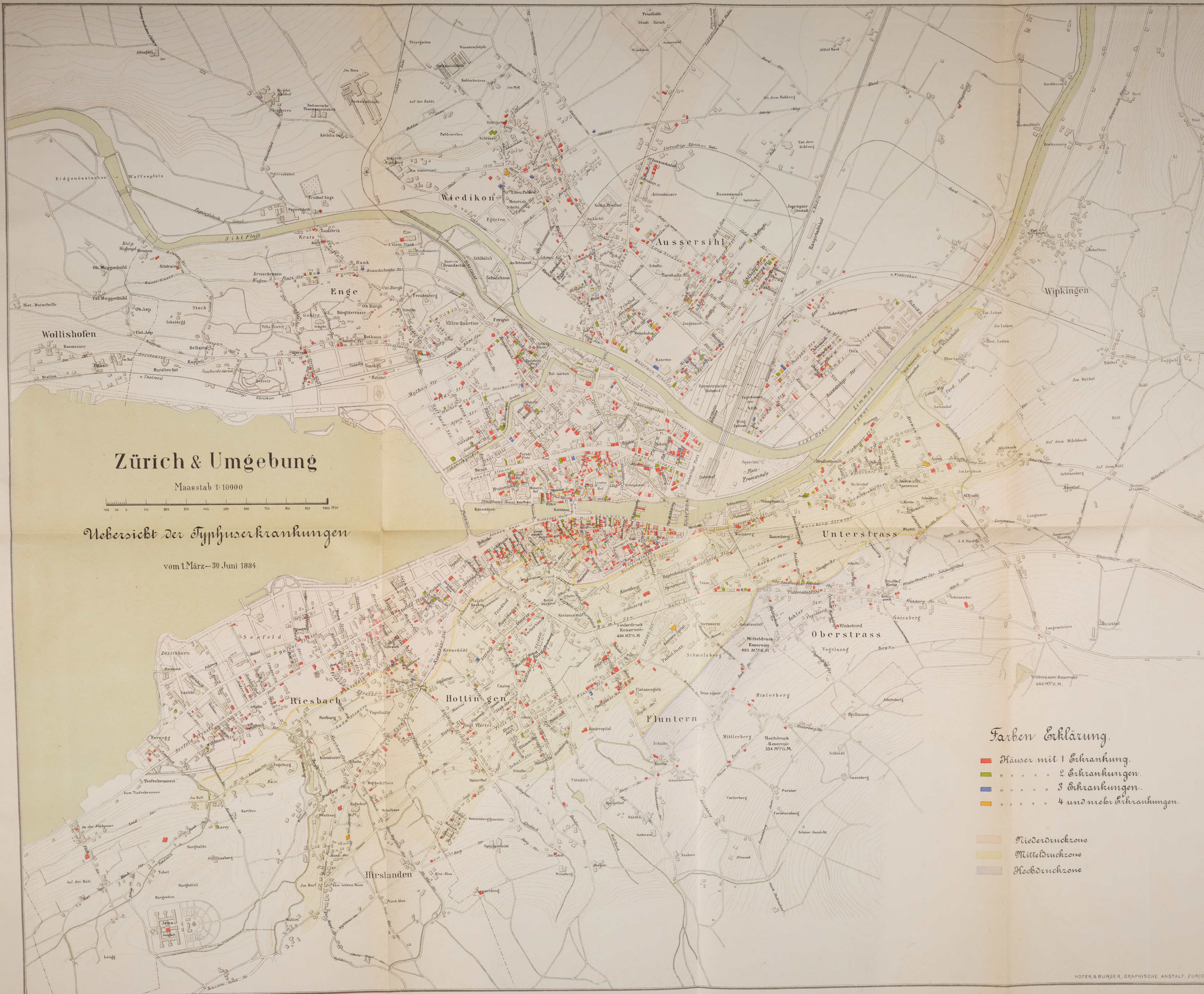
Dass auch der mikroskopische Befund des Wäggithalwassers kein günstiger ist, wenn auch lange nicht so entscheidend wie das Ergebniss der Untersuchung des Quellengebietes durch Herrn Prof. Heim und die chemische Analyse, besonders des Schaumwassers, durch Herrn Bertschinger, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

Zürich, September 1884.

Dr. C. Cramer,
Professor.


Uebersichtsplan
der
Anlagen für die Brauchwasserversorgung Zürich
Maasstab 1:10,000
Fassungsstelle
Mittlerer Wasserspiegel
Filter
PUMPWERK
Wiedikon
Aussersihl
Enge
Wollishofen
Wipkingen
Unterstrass
Oberstrass
Fluntern
Hottingen
Riesbach
Hirslanden
Seefeld
Limmat
Sihl Fluss
Triebwasserleitung
Fassungsleitung 900 m/m
Mitteldruck Reservoir
Hochdruck Reservoir
Erklärung.
Leitungen 100–150 m/m
do 200–250 m/m
do 300–450 m/m
Fassungsleitung 900 m/m
Hydranten
Abschlusshahnen
Niederdruckzone
Mitteldruckzone
Hochdruckzone
HOFER & BURGER, GRAPHISCHE ANSTALT, ZÜRICH


Zürich & Umgebung
Maasstab 1:10000
Uebersicht der Typhuserkrankungen
vom 1. März – 30 Juni 1884.
Farben Erklärung.
Häuser mit 1 Erkrankung.
" " " " " 2 Erkrankungen.
" " " " " 3 Erkrankungen.
" " " " " 4 und mehr Erkrankungen.
Niederdruckzone
Mitteldruckzone
Hochdruckzone
Wiedikon
Aussersihl
Enge
Wollishofen
Wipkingen
Unterstrass
Oberstrass
Fluntern
Hottingen
Riesbach
Hirslanden
Triebwasser-Reservoir
HOFER & BURGER, GRAPHISCHE ANSTALT, ZÜRICH


Typhus-Epidemie im Jahr 1884 in der Stadt Zürich und den 9 Ausgemeinden. (Bevölkerung 82,846 Seelen).

Tafel III.



Uebersicht der Typhussterblichkeit in Zürich und den 9 Ausgemeinden, vierteljährlich zusammengestellt nach den amtlichen Registern mit Ausscheidung der Gemeindefremden. — See- und Grundwasserstände.

Tafel IV.


Maasstab für die graphische Darstellung 1 mm/m = 2 Todesfälle auf 10000 Einwohner.

Lith. Hofer & Burger Zürich

* nach den Annahmen des eidg. statistischen Bureau.

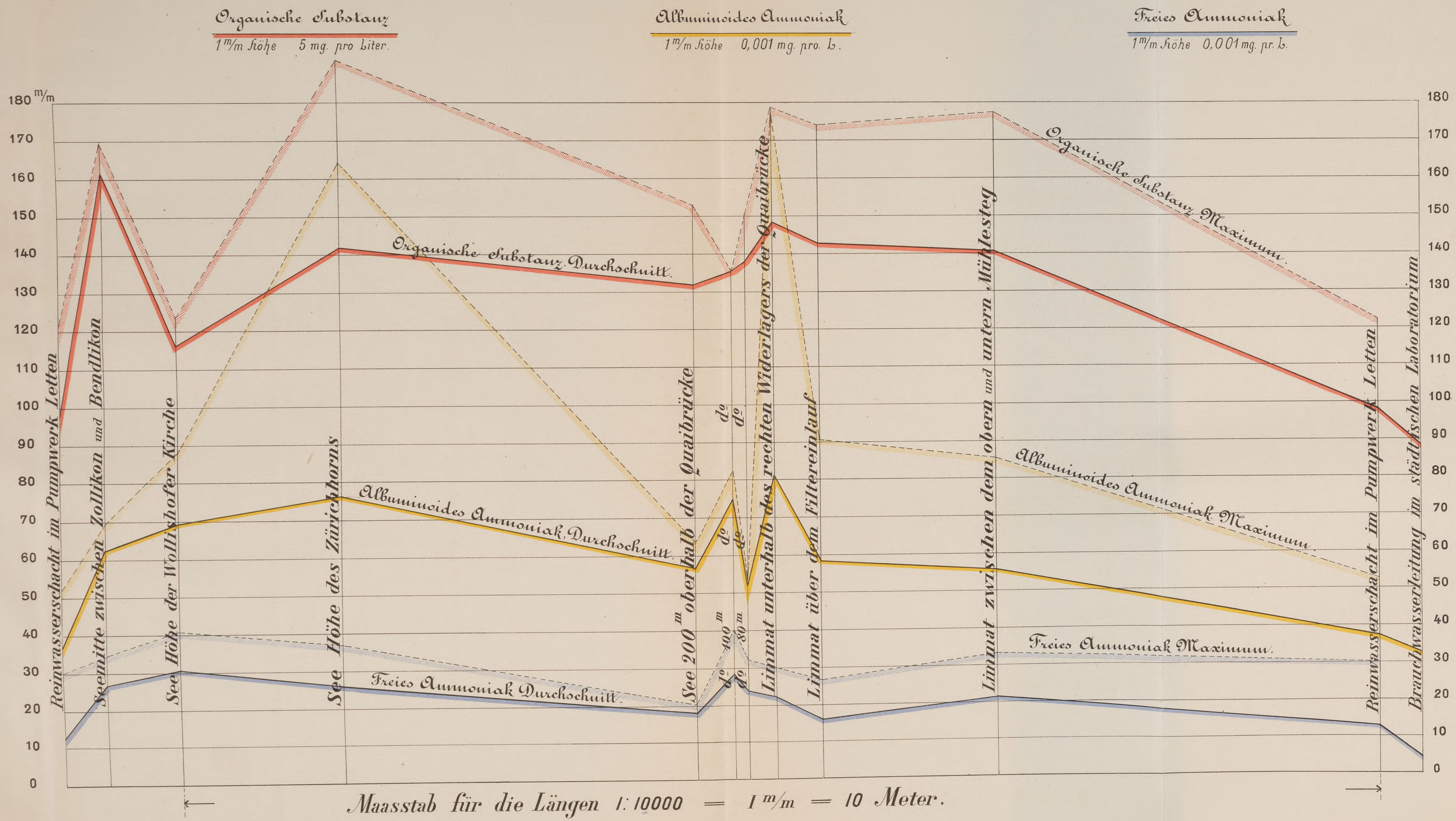
Graphische Zusammenstellung der wichtigsten Resultate der Wasser-Analysen.



Tafel V.

LITH. R. FRETZ ZÜRICH.

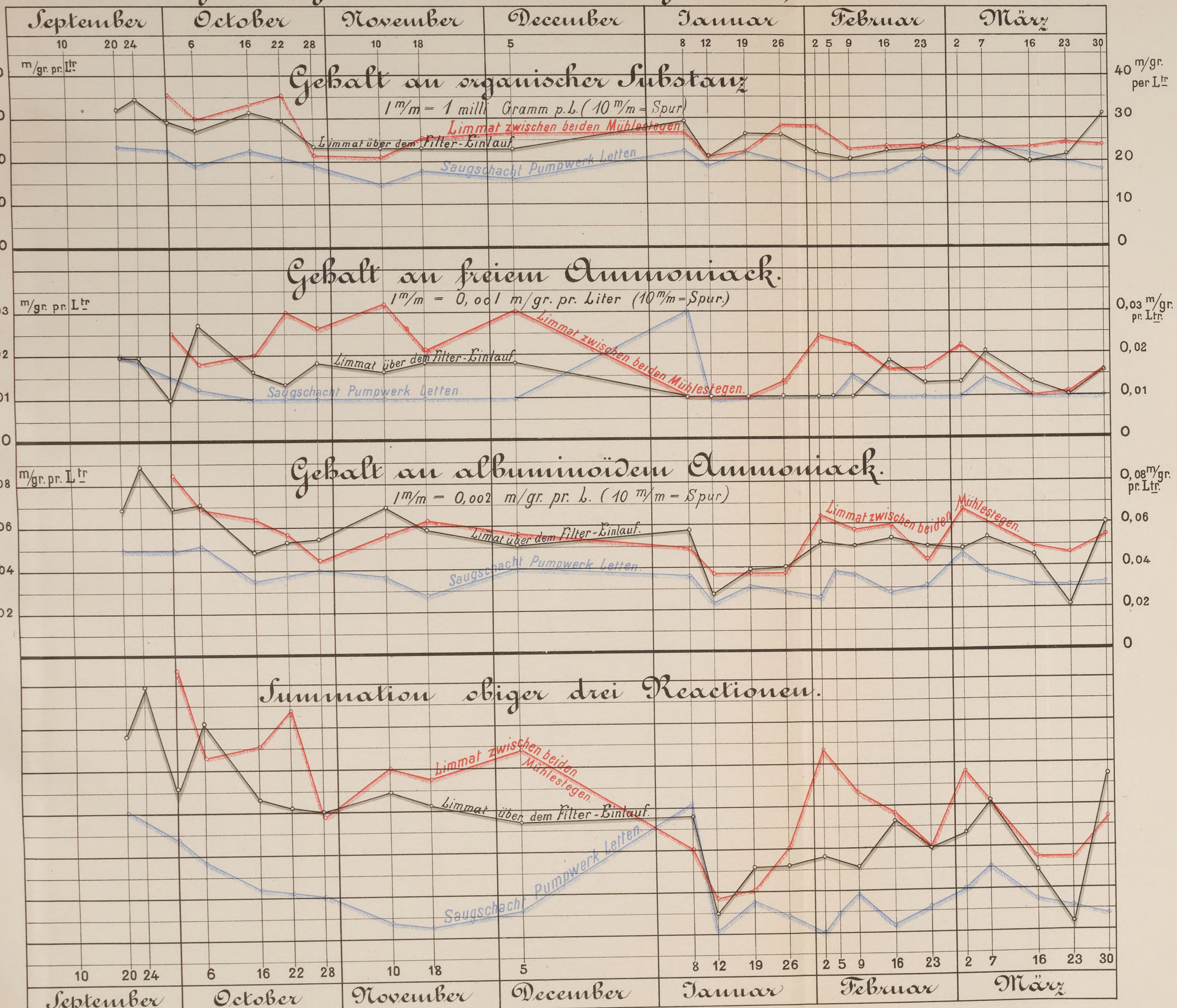
Mittlerer & maximaler Gehalt des See- resp. Limmat- & Brauch-Wassers an organischer Substanz, freiem- & albuminoidem Ammoniak.



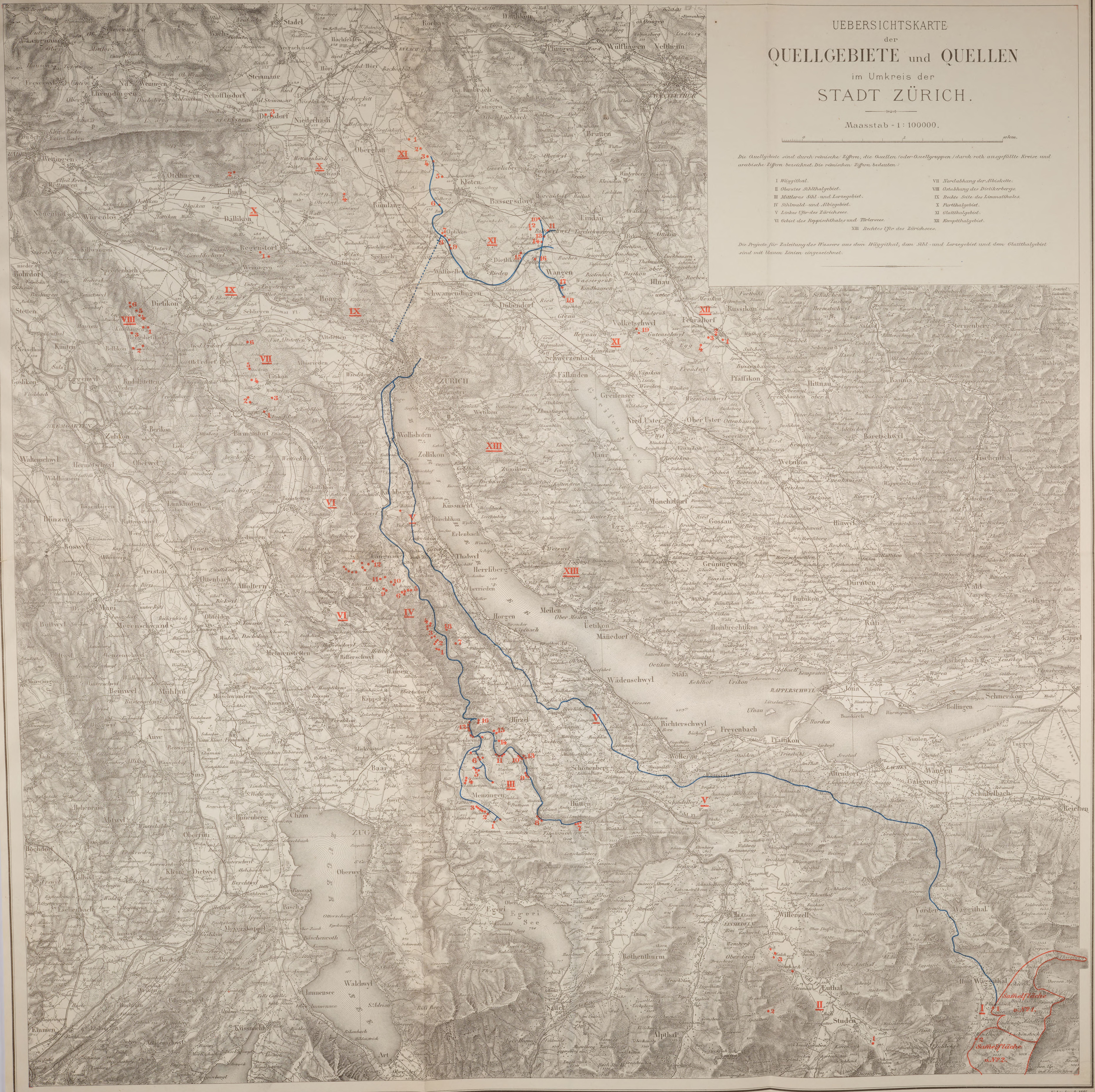
LITH. R. FRETZ, ZÜRICH.

Limmat- & Brauchwasser.

Resultate der regelmässigen chemischen Untersuchungen vom September 1884 bis März 1885



LITH. R. FRETZ, ZÜRICH



Eidg. topographisches Bureau.

Ueberdruck 1885.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Die Wasserversorgung von Zürich, ihr Zusammenhang mit der Typhusepidemiedes Jahres 1884 und Vorschläge zur Verbesserung der bestehenden Verhältnisse Bericht der 'Erweiterten Wasserkommission' an den Stadtrath von Zürich

Zürich 1885

4 Pol.civ. 68 i
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11522866-2